

**А.А. Журин**

# **ЛАБОРАТОРНЫЕ ОПЫТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ**



**техника химического  
эксперимента**

**для средней школы**



| ПЕРИ-<br>ОДЫ | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ             |                             |                                |                               |                               |                              |                              |                            |                             |                             |
|--------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|              | а I б                        | а II б                      | а III б                        | а IV б                        | а V б                         | а VI б                       | а VII б                      | а VIII б                   |                             |                             |
| 1            | H                            |                             |                                |                               |                               |                              | H 1<br>1,00794<br>ВОДОРОД    | He 2<br>4,002602<br>ГЕЛИЙ  |                             |                             |
| 2            | Li 3<br>6,941<br>ЛИТИЙ       | Be 4<br>9,01218<br>БЕРИЛЛИЙ | B 5<br>10,811<br>БОР           | C 6<br>12,011<br>УГЛЕРОД      | N 7<br>14,0067<br>АЗОТ        | O 8<br>15,9994<br>КИСЛОРОД   | F 9<br>18,998403<br>ФТОР     | Ne 10<br>20,179<br>НЕОН    |                             |                             |
| 3            | Na 11<br>22,98977<br>НАТРИЙ  | Mg 12<br>24,305<br>МАГНИЙ   | Al 13<br>26,98154<br>АЛЮМИНИЙ  | Si 14<br>28,0855<br>КРЕМНИЙ   | P 15<br>30,97376<br>ФОСФОР    | S 16<br>32,066<br>СЕРА       | Cl 17<br>35,453<br>ХЛОР      | Ar 18<br>39,948<br>АРГОН   |                             |                             |
| 4            | K 19<br>39,0983<br>КАЛИЙ     | Ca 20<br>40,078<br>КАЛЬЦИЙ  | 21 Sc<br>44,95591<br>СКАНДИЙ   | 22 Ti<br>47,88<br>ТИТАН       | 23 V<br>50,9415<br>ВАНАДИЙ    | 24 Cr<br>51,9961<br>ХРОМ     | 25 Mn<br>54,9380<br>МАРГАНЕЦ | 26 Fe<br>55,847<br>ЖЕЛЕЗО  | 27 Co<br>58,9332<br>КОБАЛЬТ | 28 Ni<br>58,69<br>НИКЕЛЬ    |
|              | 29 Cu<br>63,546<br>МЕДЬ      | 30 Zn<br>65,39<br>ЦИНК      | 31 Ga<br>69,723<br>ГАЛЛИЙ      | 32 Ge<br>72,59<br>ГЕРМАНИЙ    | 33 As<br>74,9216<br>МЫШЬЯК    | 34 Se<br>78,96<br>СЕЛЕН      | 35 Br<br>79,904<br>БРОМ      | 36 Kr<br>83,80<br>КРИПТОН  |                             |                             |
| 5            | Rb 37<br>85,4678<br>РУБИДИЙ  | Sr 38<br>87,62<br>СТРОНЦИЙ  | 39 Y<br>88,9059<br>ИТТРИЙ      | 40 Zr<br>91,224<br>ЦИРКОНИЙ   | 41 Nb<br>92,9064<br>НИОБИЙ    | 42 Mo<br>95,94<br>МОЛИБДЕН   | 43 Tc<br>97,9072<br>ТЕХНЕЦИЙ | 44 Ru<br>101,07<br>РУТЕНИЙ | 45 Rh<br>102,9055<br>РОДИЙ  | 46 Pd<br>106,42<br>ПАЛЛАДИЙ |
|              | 47 Ag<br>107,8682<br>СЕРЕБРО | 48 Cd<br>112,41<br>КАДМИЙ   | 49 In<br>114,82<br>ИНДИЙ       | 50 Sn<br>118,710<br>ОЛОВО     | 51 Sb<br>121,75<br>СУРЬМА     | 52 Te<br>127,60<br>ТЕЛЛУР    | 53 I<br>126,9045<br>ИОД      | 54 Xe<br>131,29<br>КСЕНОН  |                             |                             |
| 6            | Cs 55<br>132,9054<br>ЦЕЗИЙ   | Ba 56<br>137,33<br>БАРИЙ    | 57 La*<br>138,9055<br>ЛАНТАН   | 72 Hf<br>178,49<br>ГАФИЙ      | 73 Ta<br>180,9479<br>ТАНТАЛ   | 74 W<br>183,85<br>ВОЛЬФРАМ   | 75 Re<br>186,207<br>РЕНИЙ    | 76 Os<br>190,2<br>ОСМИЙ    | 77 Ir<br>192,22<br>ИРИДИЙ   | 78 Pt<br>195,08<br>ПЛАТИНА  |
|              | 79 Au<br>196,9665<br>ЗОЛОТО  | 80 Hg<br>200,59<br>РУТУТЬ   | 81 Tl<br>204,383<br>ТАЛЛИЙ     | 82 Pb<br>207,2<br>СВИНЕЦ      | 83 Bi<br>208,9804<br>ВИСМУТ   | 84 Po<br>208,9824<br>ПОЛОНИЙ | 85 At<br>209,9871<br>АСТАТ   | 86 Rn<br>222,0176<br>РАДОН |                             |                             |
| 7            | Fr 87<br>223,0197<br>ФРАНЦИЙ | Ra 88<br>226,0254<br>РАДИЙ  | 89 Ac**<br>227,0278<br>АКТИНИЙ | 104 Ku<br>[261]<br>КУРЧАТОВИЙ | 105 Ns<br>[262]<br>НИЛЬСБОРИЙ | 106<br>[263]                 | 107<br>[262]                 | 108<br>[265]               | 109<br>[ ]                  |                             |

Знак (символ) элемента

Атомный номер

Относит. атомная масса

Название элемента

U 92  
238,0289  
УРАН



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



Дмитрий Иванович Менделеев  
(с фотографии 1869 г.);  
в этом году он открыл  
периодический закон

## ★ ЛАНТАНОИДЫ

|                       |                             |                        |                            |                         |                         |                           |                          |                           |                           |                       |                         |                          |                          |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ce<br>140,12<br>ЦЕРИЙ | Pr<br>140,9077<br>ПРАЗЕОДИМ | Nd<br>144,24<br>НЕОДИМ | Pm<br>144,9128<br>ПРОМЕТИЙ | Sm<br>150,36<br>САМАРИЙ | Eu<br>151,96<br>ЕВРОПИЙ | Gd<br>157,25<br>ГАДОЛИНИЙ | Tb<br>158,9254<br>ТЕРБИЙ | Dy<br>162,50<br>ДИСПРОЗИЙ | Ho<br>164,9304<br>ГОЛЬМИЙ | Er<br>167,26<br>ЭРБИЙ | Tm<br>168,9342<br>ТУЛИЙ | Yb<br>173,04<br>ИТТЕРБИЙ | Lu<br>174,967<br>ЛЮТЕЦИЙ |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|

## ★★ АКТИНОИДЫ

|          |          |         |          |          |          |          |          |          |          |           |           |             |             |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| Th<br>90 | Pa<br>91 | U<br>92 | Np<br>93 | Pu<br>94 | Am<br>95 | Cm<br>96 | Bk<br>97 | Cf<br>98 | Es<br>99 | Fm<br>100 | Md<br>101 | (No)<br>102 | (Lr)<br>103 |
|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|-------------|

Для элементов 104—108  
в квадратных скобках  
приведены массовые числа  
наиболее долгоживущих  
изотопов.  
Названия и знаки (символы)  
элементов, приведенные



А.А. Журин

ЛАБОРАТОРНЫЕ  
ОПЫТЫ  
И ПРАКТИЧЕСКИЕ  
РАБОТЫ ПО ХИМИИ

Учебное пособие

Москва  
"Аквариум"  
1997



**ББК 74.265. 7**  
**Ж 19**

**Ж 19** **Журин А.А.**  
**Лабораторные опыты и практические работы по химии. / Учебное пособие. 8-11 классы.- М.: Аквариум, - 1997, 256 с.**

Предлагаемое пособие адресовано школьникам и содержит описания лабораторных опытов и практических работ по химии, которые выполняют учащиеся 8-11 классов средних общеобразовательных учебных заведений. Дополнительно к работам, предусмотренным Государственным общеобразовательным стандартом, в книгу включены опыты и практические работы, которые можно предложить школьникам на занятиях химического кружка.

Особое внимание уделено формированию у обучающихся умения самостоятельно планировать и проводить химический эксперимент, навыков правильного обращения с лабораторным оборудованием и реактивами. Пособие не ориентировано на какой-либо конкретный учебник химии. Структура книги позволяет использовать ее при работе по вариативным программам.

**ISBN 5-85684-132-8**

**ББК 74.265.7**

Охраняется законом РФ об авторском праве. Воспроизведение всей книги или любой ее части запрещается без письменного разрешения издателя. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

© Журин А.А.

© Издательство "Аквариум", 1997.



## Оглавление

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| <b>ВВЕДЕНИЕ</b>                              | 10 |
| <b><u>ГЛАВА 1</u> ХИМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ</b> | 17 |
| ОБОРУДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ          | 17 |
| <i>Посуда</i>                                | 18 |
| <i>Принадлежности</i>                        | 26 |
| <i>Реактивы</i>                              | 36 |
| ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ                | 39 |
| ПРИЕМЫ РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ       | 42 |
| <i>Нагревание</i>                            | 42 |
| <i>Измельчение веществ</i>                   | 46 |
| <i>Взвешивание</i>                           | 47 |
| <i>Растворение</i>                           | 53 |
| <i>Декантация</i>                            | 54 |
| <i>Фильтрование</i>                          | 55 |
| <i>Определение герметичности приборов</i>    | 62 |
| <i>Собирание газов</i>                       | 64 |
| <i>Проверка газов на чистоту</i>             | 68 |
| <i>Мытье и сушка посуды</i>                  | 69 |
| <b><u>ГЛАВА 2</u> ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СИТУАЦИИ</b> | 74 |
| ПЕРВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ПОМОЩЬ                    | 74 |
| НЕПРИЯТНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ                  |    |
| ЭКСПЕРИМЕНТА                                 | 78 |
| <i>Не зажигается газовая горелка</i>         | 78 |
| <i>Проскок пламени</i>                       | 79 |
| <i>Не удается собрать газ</i>                | 79 |
| <i>Жидкость поднимается по</i>               |    |
| <i>газоотводной трубке</i>                   | 80 |
| <i>Осадок проходит сквозь фильтр</i>         | 80 |



|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Пожар</i>                                                        | 81  |
| <b>ГЛАВА 3 ПЛАНИРУЕМ ЭКСПЕРИМЕНТ<br/>И ФИКСИРУЕМ ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ</b> | 82  |
| ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА                                           | 82  |
| ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА                                     | 86  |
| <b>ГЛАВА 4 ИЗУЧАЕМ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ</b>                             | 91  |
| РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ И ОЧИСТКА ВЕЩЕСТВ                                 | 92  |
| ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ                                             | 103 |
| <i>Истинные растворы</i>                                            | 103 |
| <i>Коллоидные растворы</i>                                          | 108 |
| СВОЙСТВА ОКСИДОВ                                                    | 111 |
| <i>Химические свойства основных оксидов</i>                         | 111 |
| <i>Химические свойства кислотных оксидов</i>                        | 113 |
| СВОЙСТВА КИСЛОТ                                                     | 116 |
| СВОЙСТВА ОСНОВАНИЙ                                                  | 121 |
| СВОЙСТВА АМФОТЕРНЫХ ГИДРОКСИДОВ                                     | 123 |
| СВОЙСТВА СОЛЕЙ                                                      | 124 |
| СВОЙСТВА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ<br>И ИХ СОЕДИНЕНИЙ                    | 128 |
| <i>Водород</i>                                                      | 128 |
| <i>Галогены</i>                                                     | 135 |
| <i>Кислород</i>                                                     | 146 |
| <i>Сера</i>                                                         | 150 |
| <i>Подгруппа азота</i>                                              | 162 |
| <i>Подгруппа углерода</i>                                           | 170 |
| <i>Металлы главных подгрупп</i>                                     | 182 |
| <i>Металлы побочных подгрупп</i>                                    | 191 |
| СВОЙСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ                                    | 200 |
| <i>Предельные углеводороды</i>                                      | 202 |
| <i>Непредельные углеводороды</i>                                    | 204 |



|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| <i>Ароматические углеводороды</i>          | 206 |
| <i>Спирты и фенолы</i>                     | 207 |
| <i>Альдегиды и кетоны</i>                  | 210 |
| <i>Карбоновые кислоты и их производные</i> | 212 |
| <i>Углеводы</i>                            | 215 |
| <i>Амины. Аминокислоты. Белки</i>          | 220 |
| <i>Полимеры</i>                            | 221 |

## **ГЛАВА 5 РЕШАЕМ**

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ** 227

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВ** 227

*Неорганические вещества* 227

*Органические вещества* 232

#### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ** 236

*Идентификация неорганических веществ* 239

*Идентификация органических веществ* 244

#### **УКАЗАТЕЛЬ РИСУНКОВ** 251

#### **УКАЗАТЕЛЬ РАБОТ** 252



## Вместо предисловия

### Для учеников

В этой книге рассказывается о том, как правильно спланировать и провести химический эксперимент и при этом избежать неприятных неожиданностей. Сразу же отметим, что

**ни один из описанных здесь экспериментов нельзя проводить дома. Все опыты проводятся только в школе на уроке или занятии химического кружка под руководством учителя.**

Для домашнего экспериментирования написаны специальные книги, которые вы можете найти в школьной библиотеке или в кабинете химии.

Чтобы вам было легче ориентироваться в книге, обратимся к ее структуре, которая отражена в оглавлении.

Главы 1 и 2 посвящены общим вопросам, с которыми мы постоянно сталкиваемся при проведении химического эксперимента: как называется тот или иной предмет лабораторного оборудования, как им пользоваться, что делать, если во время проведения опыта возникла экстремальная ситуация. К этим главам нужно постоянно возвращаться при подго-



товке к выполнению практической работы или лабораторного опыта.

Глава 3 поможет вам научиться планировать проведение эксперимента и фиксировать его результаты.

В главах 4 и 5 приведены описания опытов, которые вы можете провести на уроках химии или на занятиях химического кружка. Чтобы вам было легче найти нужное описание, в конце книги помещен алфавитный список работ, где после названия каждой работы указаны страницы книги, на которых приведено описание. Посмотрев на этот список, вы увидите, что число предлагаемых работ больше, чем в учебнике. Мы специально привели описания опытов, которые когда-то проводились в школах, но потом о них забыли. Не удивляйтесь, если в конце учебного года выяснится, что некоторые из опытов вы не выполнили. Может быть, они встретятся вам в следующем учебном году (ведь книга рассчитана на четыре года!), а может быть и так, что та программа, по которой вы изучаете химию, не предусматривает их выполнение. Если же какой-то эксперимент вас очень заинтересует, попросите у учителя разрешения провести его. Вряд ли вы получите отказ, если в кабинете химии есть необходимое оборудование и нужные реактивы.

В конце книги есть еще один указатель — указатель рисунков. Тот, кто изучает химию не первый год, знает, что во многих случаях прибор, предназначенный для одной работы, можно использовать и для другой. Указатель рисунков поможет вам быстро



найти изображение нужного предмета лабораторного оборудования или прибора. Кроме этого на рисунках изображены некоторые приемы работы с оборудованием и реактивами, которыми нужно овладеть.

Готовясь дома к выполнению практической работы или лабораторного опыта, не забудьте посмотреть шпаргалки - напоминания «Информация к размышлению...». И не просто посмотреть, а хорошо подумать над ними — это поможет вам при выполнении эксперимента.

### Для учителя

В книге приведены описания 160 лабораторных опытов и практических работ, которые можно провести на уроке и во внеурочное время. Некоторые работы в свое время были исключены из школьной программы, так как оказались или слишком сложными для учащихся, или требовали слишком много времени для выполнения. Такие работы никаким образом не отмечены в книге, и вам предоставляется полная свобода выбора эксперимента, который вы предложите своим ученикам.

Учитывая существование достаточно большого числа вариативных программ и учебников, мы расположили материал таким образом, чтобы книга была «комплементарна» любому учебнику: в начале общие сведения о лабораторном оборудовании и технике лабораторных работ, затем описания опытов, которые объединены в соответствии с группами периодической системы (неорганические вещества) и основными классами органических соединений. Экс-



периментальным задачам посвящена отдельная глава.

При написании этой книги было использовано большое число литературных источников, но каждый из опытов был проверен автором на уроках и на факультативных занятиях с учащимися. Некоторые из опытов подверглись модернизации. Это в основном относится к тем работам, которые описаны в руководствах, составленных в начале XX века.

При работе по этому пособию обратите внимание на «Информацию к размышлению...». Под этим заголовком собраны факты, которые учащиеся должны учесть при самостоятельной разработке методики проведения опыта. В основном они касаются особых свойств веществ, могущих оказать неблагоприятное воздействие на здоровье.

Автор отдает себе отчет, что пособие далеко от совершенства, и будет благодарен конструктивным замечаниям и предложениям.



## Введение

### Из истории химии

Искусством превращать одни вещества в другие владели еще древние египтяне. Предполагают, что само слово «химия» пришло к нам из Египта, где оно обозначало черную плодородную землю долины Нила.

Все в окружающем нас мире непрерывно меняется. Тучи несутся по небу, падают дождем и образуют реки или болота. На влажной черной земле из брошенного зерна вырастает дерево, совсем не похожее на землю. Плодами растений и самими растениями питаются животные. Растительные вещества, поглощаемые ими, превращаются в мясо и жир. Из жира можно получить стеариновую кислоту для свечей и глицерин для лекарств. Размолот зерно в муку и прибавив к нему дрожжей, получим через несколько часов опару, из которой можно испечь хлеб, мало похожий на муку.

### Задание

*Приведите два — три примера превращения одних веществ в другие. Постарайтесь сформулировать те признаки, на основании которых вам удалось выделить эти явления среди других явлений природы.*



Эти превращения веществ привычны и мы редко задумываемся над тем, что же происходит с веществами. Это происходит потому, что наши наблюдения нецеленаправленны, случайны. Из таких наблюдений трудно сделать правильный вывод о сущности тех явлений, которые мы наблюдаем.

Если перед наблюдением какого-либо явления мы поставим перед собой четко сформулированную цель, например, «Я буду наблюдать за нагреванием воды, чтобы выяснить, при какой температуре она закипит», то можно говорить о постановке опыта или эксперимента.

Заглянем в «Словарь русского языка». В четвертом томе на странице 751 мы найдем определение понятия «эксперимент».

**«Эксперимент. 1. Воспроизведение какого-либо явления или наблюдение нового явления в определенных условиях с целью изучения, исследования; опыт.**

**2. Попытка осуществить что-либо, пробное осуществление чего-либо»<sup>1</sup>**

### Задание

Случалось ли вам самостоятельно проводить эксперимент (значение этого слова смотри выше)?

<sup>1</sup> Словарь русского языка: В 4-х т. — М.: Русский язык, 1985—1988. — Т. 4. С — Я, 1988. — С. 751.



*Какая цель стояла перед вами при проведении этого эксперимента?*

*Какие результаты были получены в результате эксперимента?*

Человек издавна пытался вывести тайны природы с помощью эксперимента и постоянно сталкивался с опасностями. На протяжении столетий накапливался опыт работы с веществом, который сейчас нам известен как «Правила техники безопасности». Они — результат многочисленных несчастных случаев в лабораториях.

### Задание

*Вам, конечно же, известны случаи, когда кто-либо получал травму в результате неправильно организованного эксперимента. Опишите один из них и попробуйте объяснить, что экспериментатор делал неправильно.*

Вот еще два примера из истории естествознания.

6 августа 1753 года ученый секретарь Санкт-Петербургской академии наук Рихман, проводя наблюдение за грозовым облаком, подошел к металлическому пруту, который был проведен в его рабочем кабинете и выходил наружу, поднимаясь своим острием над крышей. В эксперименте ему помогал художник Соколов, который делал необходимые зарисовки. Рихман поднес к металлическому пруту электроскоп. Неожиданно из прута вылетел огненный



шар голубого цвета величиною с кулак и поразил профессора. Молния ударила ему в голову, прошла через все тело и вышла из левой ступни. Несколько капель крови выступили из раны на лбу Рихмана; на левой ноге находилось голубое пятнышко в том месте, где сожженный башмак был продырявлен. Кафтан художника Соколова оказался покрытым темными полосками, как будто бы к нему прикладывали раскаленную железную проволоку.

Художнику повезло — в отличие от профессора он остался жив.

30 декабря 1840 г. Герви, молодой лаборант химии в фармацевтической школе, проводил эксперимент с углекислым газом.. Все шло хорошо, как вдруг раздался мощный взрыв, и аппарат разлетелся вдребезги, оторвав у Герви обе ноги. Через три дня Герви умер.

Сегодня ни один грамотный экспериментатор не станет проводить опыты с электрическим током, не обеспечив свою безопасность с помощью изолирующих материалов и заземления аппаратуры. Никто не начнет работу с газами, тщательно не проверив герметичность и прочность прибора.

Обычно неприятности при работе с веществом происходят по двум причинам: или человек не знает, чего нужно опасаться, или пренебрегает правилами безопасной работы. Последствия такого незнания или пренебрежения могут быть ужасными. Вот что, например, писали газеты более 100 лет назад.



«В четверг 17 апреля 1879 г., около 7,5 часов утра, произошел взрыв рудничного газа в Аргапском руднике № 2 около Фрамерийской станции, недалеко от Монса в Бельгии.

Так как в руднике скоплялось много углеводородного газа, то все обычные предосторожности были соблюдены до мельчайших подробностей. Более двухсот рабочих спустились в него утром. Около половины восьмого было замечено, что из выходного колодца выделяется зловонный запах. Тотчас послали нарочного к инженеру, заведующему колодцем, чтобы указать ему на это ненормальное явление, так как по колодцу воздух должен идти внутрь, а не наружу... От смешения с наружным воздухом образовался гремучий газ, который, воспламенившись у печи машиниста, произвел страшный взрыв. Машинист был убит, а 8 приемщиков и 2 ламповщицы от ворвавшейся в их помещение струи газа получили более или менее сильные ожоги. В то же время громадное пламя поднялось из колодца до самых деревянных построек и зажгло их... Но огонь еще не проник в подземные галереи и оттуда не слышно было взрыва. Это случилось лишь в 9.30, когда раздался первый подземный удар. Удары стали затем повторяться через каждые четверть часа и наконец, в 11.30 часов, произошел последний и самый сильный взрыв»<sup>2</sup>.

Нарушение элементарных требований безопасности при работе привело к гибели более 100 человек.

---

<sup>2</sup> Цит. по Тиссандье Г. Мученики науки. — М.: Капитал и культура, 1995. — С. 343.



**Задание**

*Напишите уравнение реакции, которая привела к гибели людей на шахте в Бельгии.*

То, что мы обычно называем детскими шалостями, часто заканчиваются трагично. Ученик 5 класса одной из московских школ, положил в стеклянную бутылку куски карбида кальция и залил их водой. В результате произошедшего взрыва школьник погиб. Причина — незнание свойств веществ и неумение обращаться с ними.

**Задание**

*Объясните, что произошло после того, как пятиклассник добавил воду к карбиду кальция. Напишите уравнения соответствующих реакций.*

Не случайно мы начали с таких страшных историй — ведь каждый хоть раз в жизни, но «химичил», рискуя своим здоровьем и здоровьем окружающих. Не хотим вас пугать, но вспомните старую истину «Незаряженное ружье раз в жизни стреляет».

Можно ли так поставить опыт, чтобы он был и безопасен и красив? Если вы изучите эту книгу, если будете внимательно слушать объяснения учителя и точно выполнять его рекомендации по проведению химического эксперимента, то вам удастся самостоятельно провести много красивых превращений веществ без малейшего ущерба для своего здоровья.



**Задание**

*(Для тех, кто не первый год изучает химию)*

*Вспомните, какой из самостоятельно выполненных опытов произвел на вас наибольшее впечатление. Опишите его, указав, с какими трудностями вам пришлось встретиться.*

Конечно, интересно самостоятельно спланировать и провести эксперимент. Но подумайте прежде всего безопасности и исходя из этого решите, готовы ли вы к полностью самостоятельной работе в лаборатории. Если да, то эта книга вам не нужна, как, впрочем, и все другие учебники. Если нет, то начнем знакомство с оборудованием, без которого нельзя поставить опыт.

**Задание**

*Выпишите из словаря значение слова «лаборатория». Какие лаборатории (кроме химической) вы знаете? Что вам известно об оборудовании этих лабораторий?*



## Глава 1

# **Химическая лаборатория**

Для проведения химического эксперимента необходимо специально оборудованное помещение, которое называют химической лабораторией. Школьный кабинет химии — это тоже химическая лаборатория, хотя и отличающаяся от лабораторий крупных научных центров. Здесь и оборудование проще, и запас реактивов поскромнее. И это легко объяснить, ведь задачи, которые решаются в школьном кабинете химии не такие сложные, как задачи, стоящие перед учеными. Однако и здесь Вы сможете увидеть множество вещей, назначение которых сразу и не поймешь. Давайте познакомимся с некоторыми предметами лабораторного оборудования.

## ***Оборудование химической лаборатории***

Все, что Вас окружает в химической лаборатории, можно разделить на несколько групп в зависимости от назначения того или иного предмета. Начнем с того, в чем хранят вещества и проводят химические реакции.



## Посуда

### Посуда для хранения веществ

Вещества, которые используют для химических опытов, принято называть реактивами. Для хранения реактивов используют специальную тару. Если Вы внимательно рассмотрите рисунок, то увидите, чем банка отличается от склянки, а склянка от ампулы.



Рисунок 1 Посуда для хранения веществ

В банках с широким горлом хранят твердые вещества, в склянках — жидкости и растворы веществ. Подумайте, какие вещества хранят в ампулах и почему.

Некоторые вещества, такие как, например, перманганат калия, нитрат серебра, под действием света разлагаются. Чтобы предотвратить порчу реактива, его хранят в склянках или банках из темного (оранжевого стекла).

Некоторые вещества активно поглощают влагу из воздуха (это их свойство называют гигроскопичностью). В результате некоторые их свойства изменяются, что может привести к нежелательным последствиям в ходе химического эксперимента. Для



защиты веществ от атмосферной влаги используют эксикаторы.

Место для  
тиглей, бюк-  
сов и т.п.

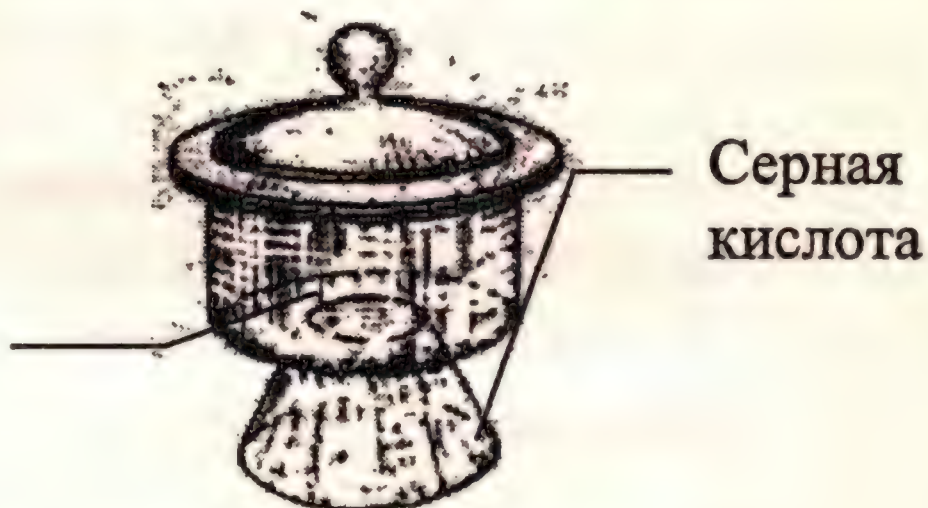


Рисунок 2. Эксикатор

В узкую нижнюю часть эксикатора обычно наливают концентрированную серную кислоту. Это вещество очень активно поглощает водяные пары из воздуха. Широкая часть эксикатора отделяется от узкой его части фарфоровой перегородкой с множеством отверстий. На нее ставят бюксы, стаканы или фарфоровые чашки с веществом.

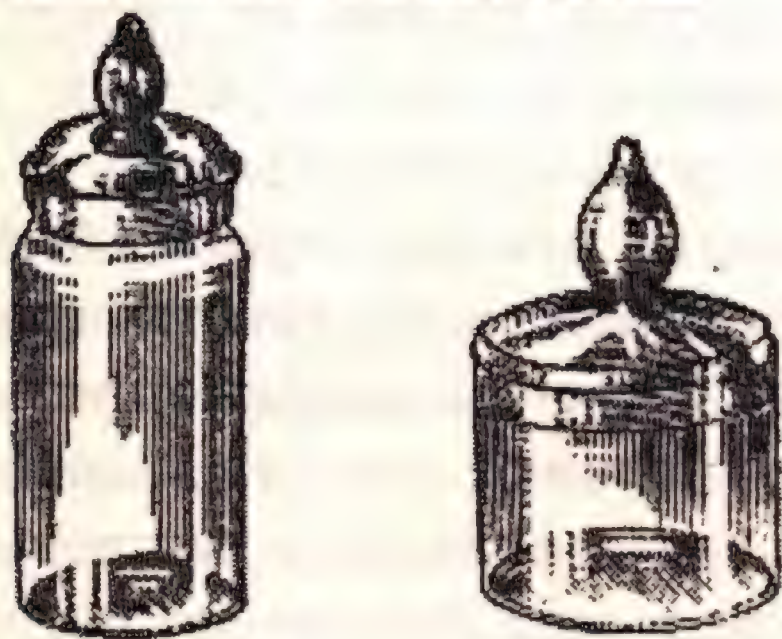


Рисунок 3. Бюксы

Сверху эксикатор закрывают тяжелой стеклянной крышкой. Чтобы полностью изолировать внутреннюю часть эксикатора от окружающей среды,



верхняя часть эксикатора и нижняя часть крышки пришлифованы. Прежде чем закрыть эксикатор, на ту часть крышки, которая непосредственно соприкасается с его стенками, наносят тонкий слой специальной смазки, которая обеспечивает еще большую герметичность. На рисунке показано, как правильно закрывать и открывать эксикатор.

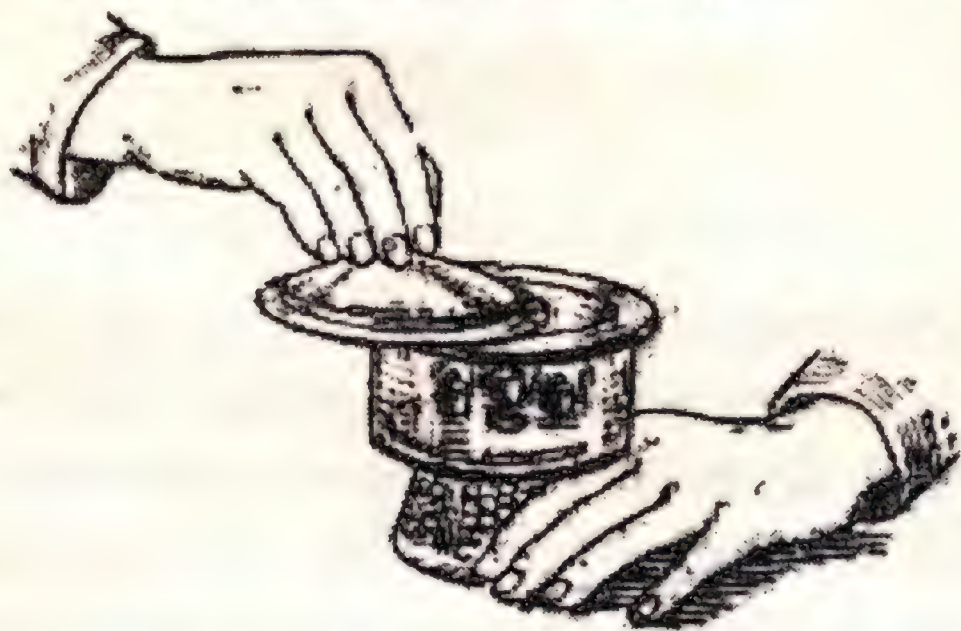


**Рисунок 4. Как открыть и закрыть эксикатор**

При выполнении опытов на уроках Вы не встретитесь с эксикатором, но на занятиях химического кружка он будет Вам очень полезен.

Кроме веществ, которые нужно оберегать от воздействия окружающей среды, есть много веществ, от которых нужно оберегать окружающую среду. К таким веществам, например, относятся концентрированные азотная и соляная кислоты, растворы аммиака, бром. Для их хранения используют специальные склянки с колпачком.





**Рисунок 5. Склянка для хранения летучих веществ**

Склянка плотно закрывается притертой пробкой, а для дополнительной защиты поверх пробки надевают притертый колпачок.

На каждую склянку или банку для сухих веществ обязательно наклеивают этикетку. Если этикетки нет, то вещество, хранящееся в склянке, не используют, а уничтожают. Подумайте, почему так поступают.

Иногда случается так, что при наливании вещества (раствора) из склянки в пробирку, колбу или химический стакан, капли вещества попадают на этикетку. В результате этикетка портится, и со временем текст на ней «исчезает». Чтобы этого не произошло, всегда берите склянку так, чтобы этикетка оказалась закрытой Вашей ладонью.

## **Посуда для проведения опытов**

Посуду, в которой хранят вещества, нельзя использовать для проведения опытов. Для этой цели существуют специальные виды посуды.



Большинство опытов, которые Вы будете делать на уроках, проводят в пробирках. На рисунке показаны разные виды пробирок.

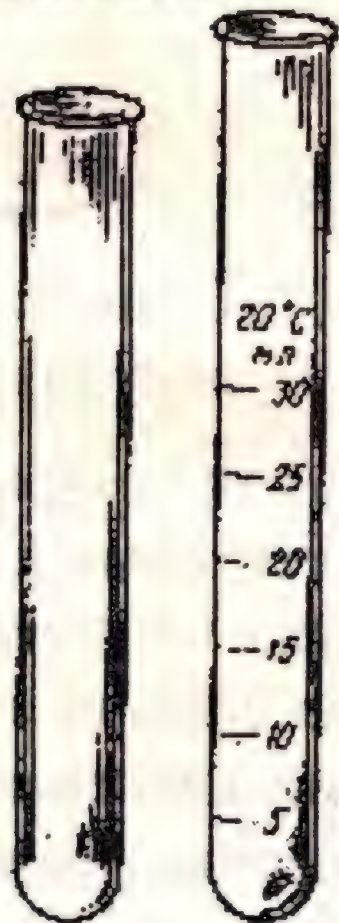


**Рисунок 6. Пробирки**

Большие пробирки называются демонстрационными, и ими пользуется учитель, когда показывает Вам опыты. Пробирки поменьше имеют объем около 15 мл, что вполне достаточно для нормальной работы. Обратите внимание на пробирки, имеющие конусообразную форму: их используют для того, чтобы отделять осадки от жидкости с помощью центрифуги.

Во всех пробирках можно проводить опыты при обычных условиях. Если же реакция идет при нагревании, то внимательно рассмотрите выданную Вам пробирку: нагревать вещества можно только в пробирках, имеющих круглое дно.



В некоторых случаях Вам для проведения опытов потребуется посуда большего объема, чем пробирка. Ее можно заменить химическим стаканом. Химические стаканы различаются и по размерам, и по форме.



**Рисунок 7. Химический стакан**

Если на стакане Вы увидите деления, то знайте, что он предназначен не для проведения опытов, а для измерения объемов жидкостей. О мерном стакане мы поговорим позже.

Обычно стаканы используют для приготовления растворов и в качестве приемников продуктов реакции в разнообразных приборах и установках.

Химический эксперимент можно проводить и в колбах. Колбы, как и стаканы, различаются объемом и формой.



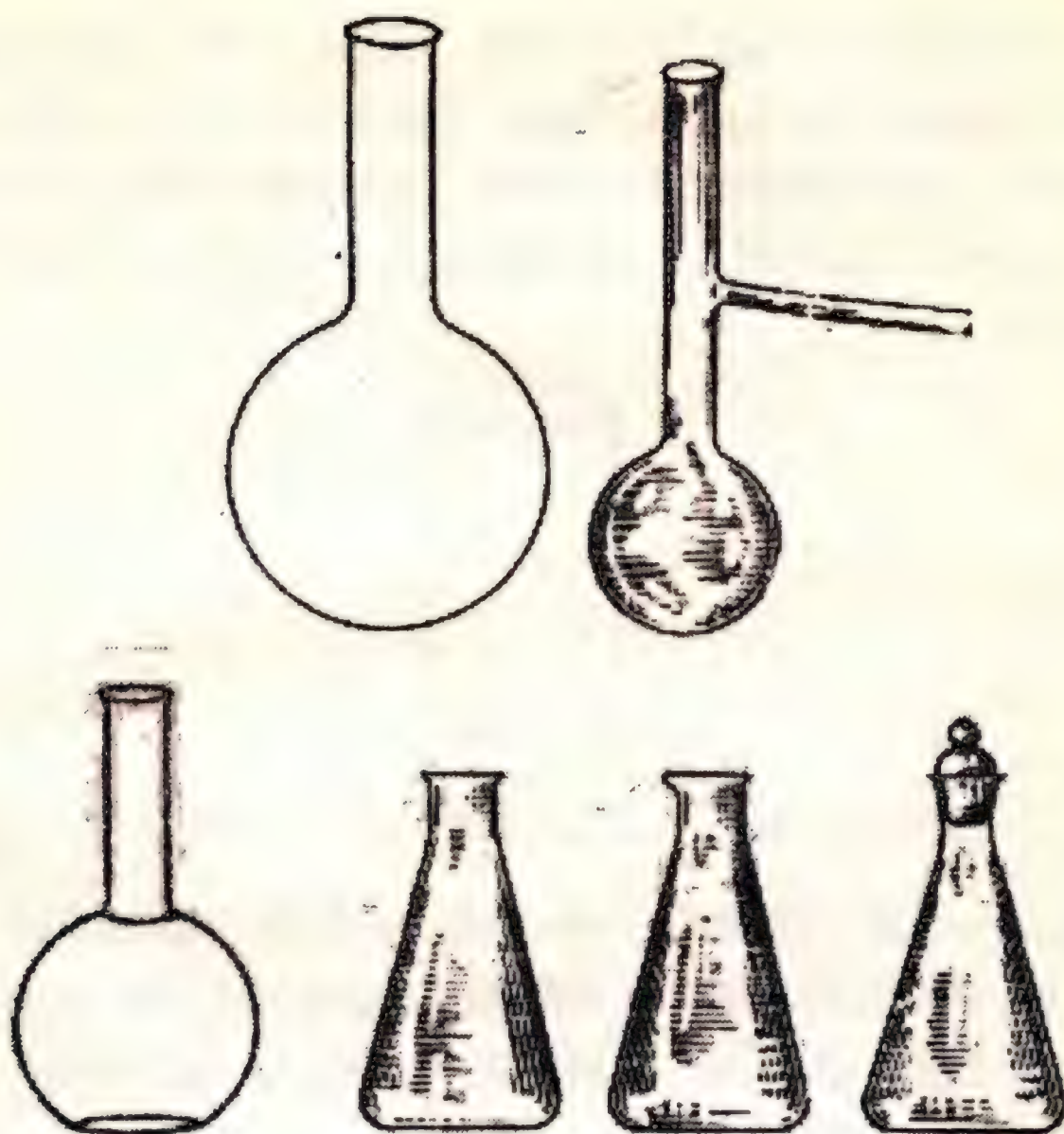


**Рисунок 8 Колбы круглодонная, Вюрца, плоскодонная, Эрленмейера**

В круглодонных колбах можно проводить химические реакции, требующие нагревания; плоскодонные колбы для этой цели не годятся — их лучше использовать для приготовления растворов или как приемники продуктов реакции.

### **Другие виды посуды**

Среди других видов химической посуды прежде всего отметим мерную посуду. Чаще всего Вам придется встречаться с мерными цилиндрами и мерными стаканами.



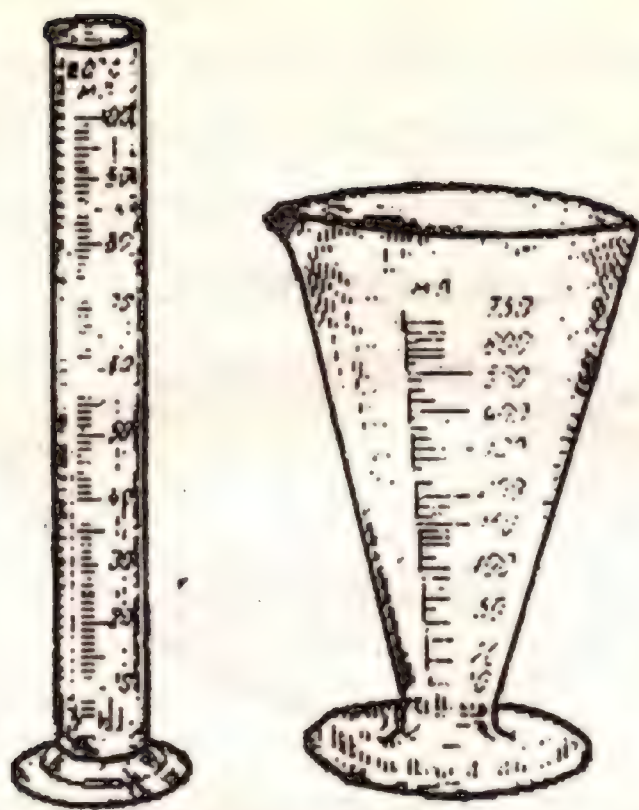


**Рисунок 9 Мерный цилиндр и мерный стакан**

Мерный цилиндр и мерный стакан изготавливают из толстого стекла. Они предназначены только для измерения объемов жидкостей, а проводить в них химические реакции или готовить растворы нельзя. Для того чтобы правильно измерить объем жидкости с помощью цилиндра или стакана, нужно правильно расположить его на столе и правильно посмотреть на шкалу цилиндра или стакана.

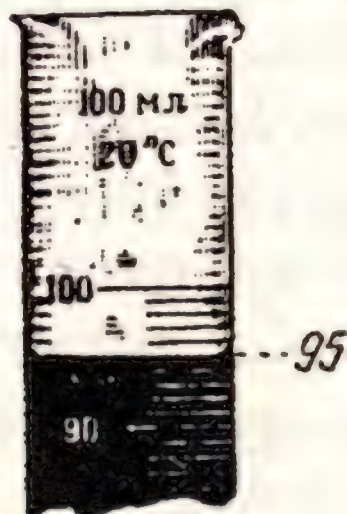


**Рисунок 10. Измерение объема с помощью мерного цилиндра**



В химической лаборатории Вы встретитесь с посудой, которую изготавливают из фарфора. При выполнении самой первой работы Вам может понадобиться чашка для выпаривания.



**Рисунок 11. Фарфоровая чашка  
для выпаривания**

С другими видами химической посуды Вы познакомитесь позже.

## **Принадлежности**

Для проведения химических опытов одной посуды недостаточно. Нужны приспособления, которые помогут держать пробирки и колбы, брать твердые и жидкие вещества, разделять смеси. В лаборатории не обойтись без нагревательных приборов, ведь многие реакции при обычных условиях не идут или идут очень медленно.



## Штативы

Штативы предназначены для того, чтобы освободить экспериментатора от необходимости держать в руках колбу, пробирку или химический стакан во время проведения опыта.

Лабораторный штатив состоит из массивного чугунного основания, которое обеспечивает его устойчивость, металлического стержня, муфт, лапок, колец.

С этим предметом лабораторного оборудования Вы уже познакомились на уроках физики. Поэтому мы не будем подробно обсуждать его устройство, но обратим Ваше внимание на правильное положение лапки или кольца в муфте штатива.



**Рисунок 12. Правильное положение лапки в муфте штатива**

Недостаточно опытные экспериментаторы часто допускают еще одну ошибку. Опасаясь, что пробирка выпадет из лапки, они слишком сильно затягивают винт. Но ведь Вы помните, что все тела при нагревании расширяются!



**Запомните!** Правильно закрепленная пробирка должна легко поворачиваться вокруг своей продольной оси.

**Штатив для пробирок** служит для размещения в нем пробирок, в которых Вы будете проводить опыты. Эти штативы могут отличаться и по внешнему виду, и по материалу, из которого они изготовлены.

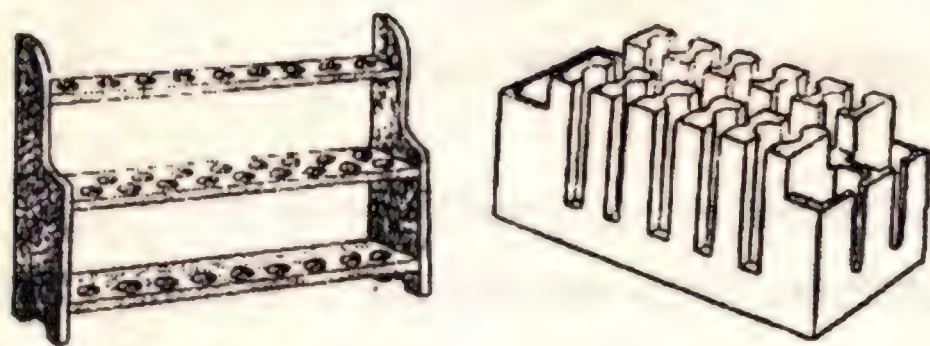


Рисунок 13. Штативы для пробирок

## Нагревательные приборы

### Спиртовка

Спиртовки обычно изготавливают из стекла, хотя они могут быть и металлическими.



Рисунок 14 Спиртовка



В резервуар наливают спирт (не более  $\frac{2}{3}$  объема резервуара) и закрывают трубкой с диском. Через трубку пропущен фитиль из некрученых ниток. Чтобы предотвратить испарение спирта, сверху спиртовку закрывают стеклянным притертым колпачком. Этот же колпачок служит для гашения спиртовки.

При работе со спиртовкой важно помнить, что:

- в горящую спиртовку нельзя подливать спирт;
- нельзя зажигать спиртовку от другой горячей спиртовки;
- тушить спиртовку можно только колпачком;
- переносить горящую спиртовку очень опасно.

Регулировку величины пламени производят изменением длины наружной части фитиля.

### **Горелка Бунзена**

Газовая горелка такой конструкции была предложена в 1857 году немецким химиком Робертом Вильгельмом Бунзеном (1811—1899).



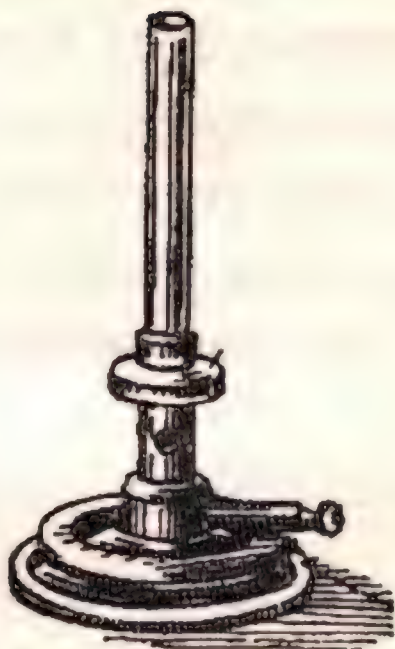


**Рисунок 15. Р.В. Бунзен и изобретенная им газовая горелка**

**Р.В. Бунзен и изобретенная им газовая горелка**

Она состоит из массивной подставки, которая обеспечивает устойчивость горелки, трубки для подсоединения к газовой сети и трубки для смешения газа с воздухом. В нижней части этой трубки находятся два отверстия, через которые поступает воздух. Снаружи отверстия закрываются подвижной муфтой.

Чтобы зажечь горелку Бунзена, поворотом муфты закрывают отверстия в трубке и таким образом прекращают доступ воздуха в горелку. Зажигают спичку, открывают кран на газопроводе и через 2—3 секунды подносят горящую спичку к верхнему отверстию трубки снизу и сбоку.



**Рисунок 16. Зажигание газовой горелки**



Когда газ загорится, регулируют высоту пламени с помощью крана на газопроводе и медленно поворачивают муфту до тех пор, пока пламя не станет бесцветным<sup>3</sup>. Чтобы погасить горелку, закрывают кран на газопроводе.

### **Горелка Теклю**

Эта горелка совершенней горелки Бунзена, так как в ней можно добиться более тонкой регулировки подачи воздуха и газа.



**Рисунок 17 Горелка Теклю**

В нижней части горелки есть винт для регулировки подачи газа. Перед зажиганием горелки поверните этот винт по часовой стрелки до упора (кран закрыт), а затем поверните против часовой стрелки на 1—2 полных оборота. Подвижный диск должен быть прижат к конусообразному расширению в нижней

---

<sup>3</sup> Вообще то, пламя не бывает бесцветным: оно, как правило, окрашено в голубой цвет. Если пламя очень высокое, то в верхней его части могут быть желтые язычки. Желтая окраска пламени может быть вызвана и грязью в трубке горелки, что в школьных лабораториях случается очень часто.



части трубки (воздух в трубку не поступает). Зажигают спичку, открывают кран на газопроводе и через 2—3 секунды подносят горящую спичку к верхнему отверстию трубки снизу и сбоку. После того, как газ загорится, поворачивают кольцо до тех пор, пока пламя не станет бесцветным. Регулировочный винт дает возможность изменять высоту пламени, не пользуясь краном на газопроводе.

При работе с газовыми горелками нужно соблюдать особую осторожность. Если газ зажигать при открытом отверстии для воздуха, пламя может загореться внутри горелки («проскок пламени»). В этом случае нужно немедленно закрыть газ, дать горелке остыть, и снова зажечь, соблюдая все правила пользования горелкой.

## **Электронагреватели**

Для нагревания веществ часто используются электронагревательные приборы, например, электроплитка. На уроках химии Вы будете работать с электронагревателем для пробирок.



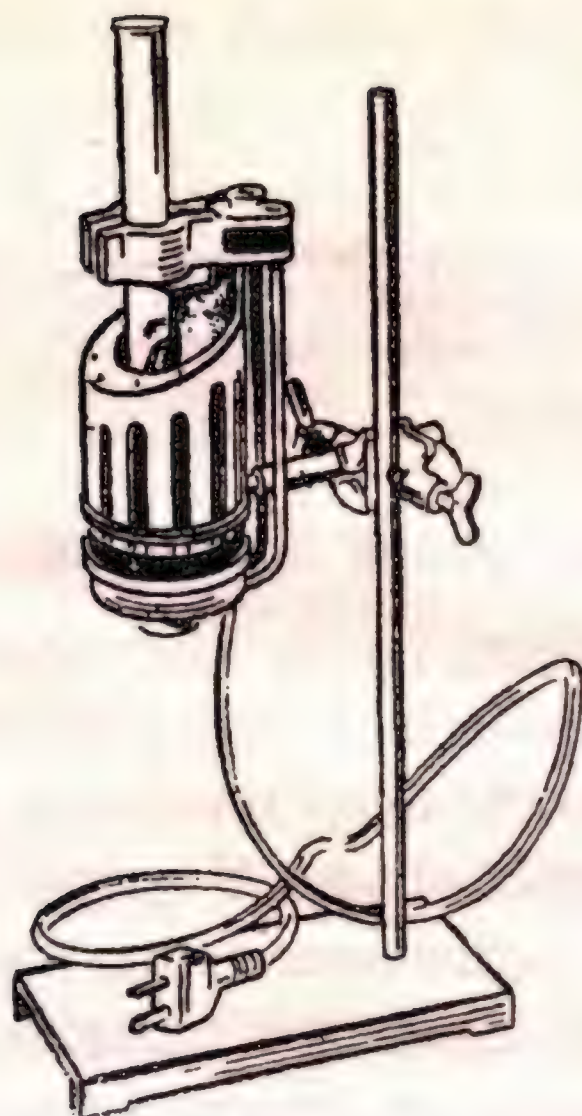


**Рисунок 18. Электронагреватель для пробирок**

Электронагреватель крепится на лабораторном штативе с помощью специального штыря. Пробирка вставляется в специальный зажим так, чтобы вещество находилось возле нагревательного элемента. После того, как пробирке придадут нужно положение (вертикальное, горизонтальное, под каким-либо углом), нагреватель включают в специальные розетки с напряжением 42 В.

### **Принадлежности для отбора проб веществ**

Для отбора проб твердых веществ предназначены шпатели и ложки. Чтобы не испортить вещество в склянке, всегда придерживайтесь правила:



«Нельзя брать одной ложкой или одним шпателем разные вещества».



**Рисунок 19. Фарфоровая ложка - шпатель**

Если Вам нужно взять пробу жидкости или раствора, то нужно воспользоваться пипеткой. Пипетки отличаются друг от друга: одни пробирки рассчитаны на строго определенный объем. У других пробирок есть деления, которые позволяют точно измерить объемы жидкостей. Такие пробирки называются градуированными, и Вы могли их видеть в поликлиниках, когда Вам делали анализ крови.

Есть особый вид очень больших пробирок — бюретки. Они настолько велики, что их не держат в руках, а закрепляют в лабораторном штативе.



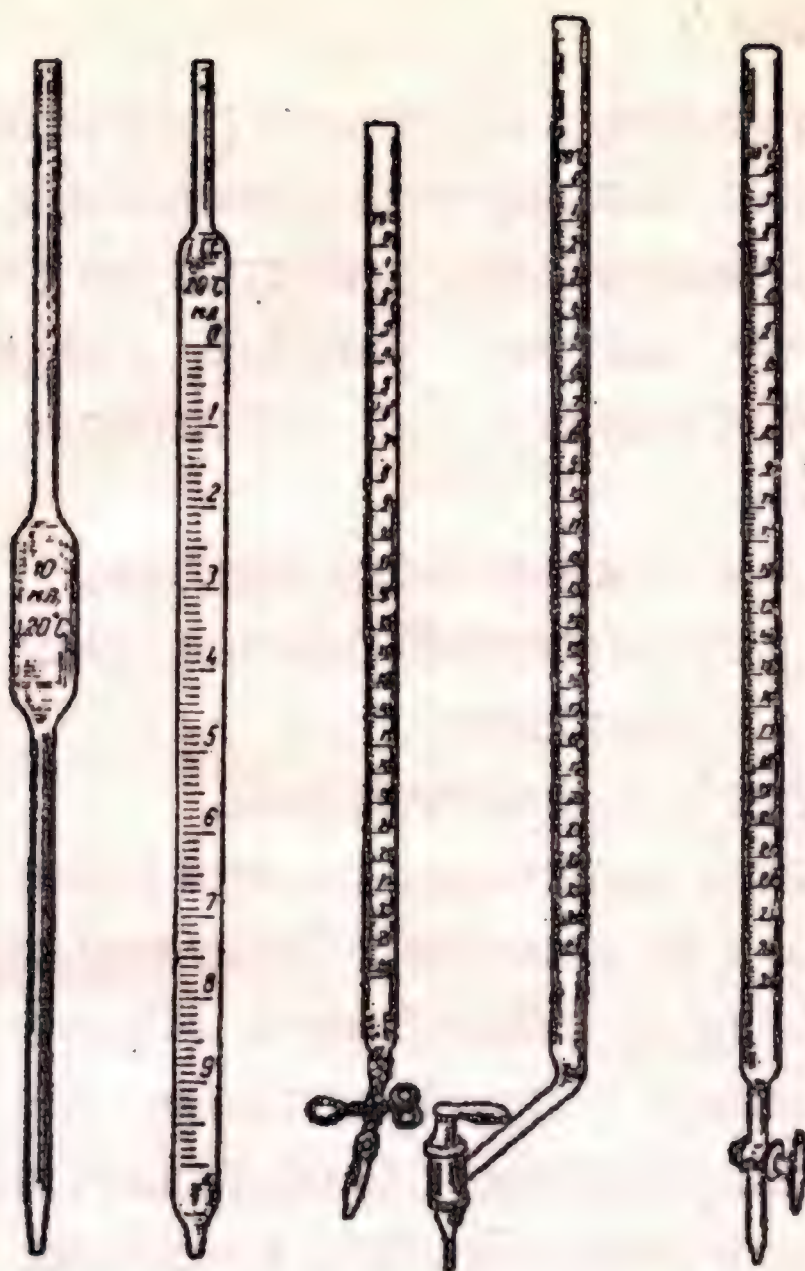


**Рисунок 20. Пипетки и бюретки**

При выполнении опытов с газами вам потребуется на некоторое время прекращать подачу газа. Для этого используйте зажимы:

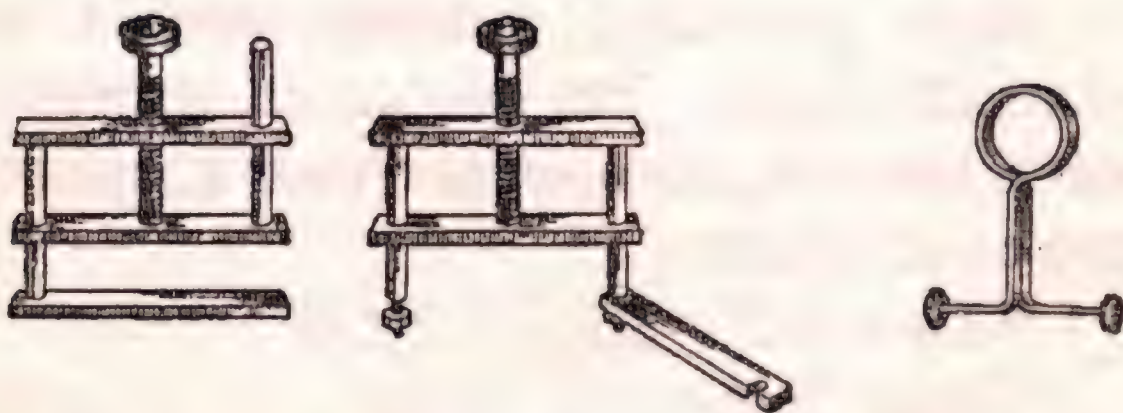


**Рисунок 21. Зажим Гофмана (слева) и Мора (справа)**



## Реактивы

Вещества, с которыми работают в химической лаборатории, называются реактивами. Если Вы внимательно рассмотрите этикетки на склянках с реактивами, то можете увидеть сокращения «х.ч.», «ч.д.а», «ч.», «техн.». Так обозначают степень чистоты реактива:

«х.ч.» — химически чистый;

«ч.д.а» — чистый для анализа;

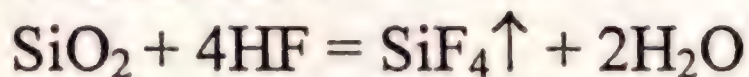
«ч.» — чистый;

«техн.» — технический.

Чтобы не пострадать при работе с реактивами, нужно знать их основные свойства: степень ядовитости, горючесть, способность образовывать взрывоопасные смеси с другими веществами. На этикетках обязательно указывают особенные свойства веществ, на которые нужно обратить внимание.

Некоторые реактивы, изменяющиеся под действием света, хранят в склянках из оранжевого или темного стекла. Еще лучше склянку с таким реактивом обернуть черной бумагой, такой, в какую расфасовывают фотобумагу.

Есть реактивы, которые нельзя хранить в стеклянной посуде. Это относится, например, к плавиковой кислоте, которая вступает в химическую реакцию со стеклом:



Такие вещества хранят в полиэтиленовых склянках и банках, так как они прочны, прозрачны и химически устойчивы.



Перед тем, как взять реактив из банки или склянки, нужно внимательно осмотреть ее горло и удалить с него все, что может загрязнить реактив.

Когда Вы берете твердый реактив, нужно пользоваться шпателем или специальной ложкой - дозатором.

Если на банке или склянке нет этикетки, то реактив использовать нельзя. Такие реактивы, к сожалению, нужно уничтожать. Чтобы не испортить этикетку, держите склянку так, чтобы этикетка была закрыта ладонью.

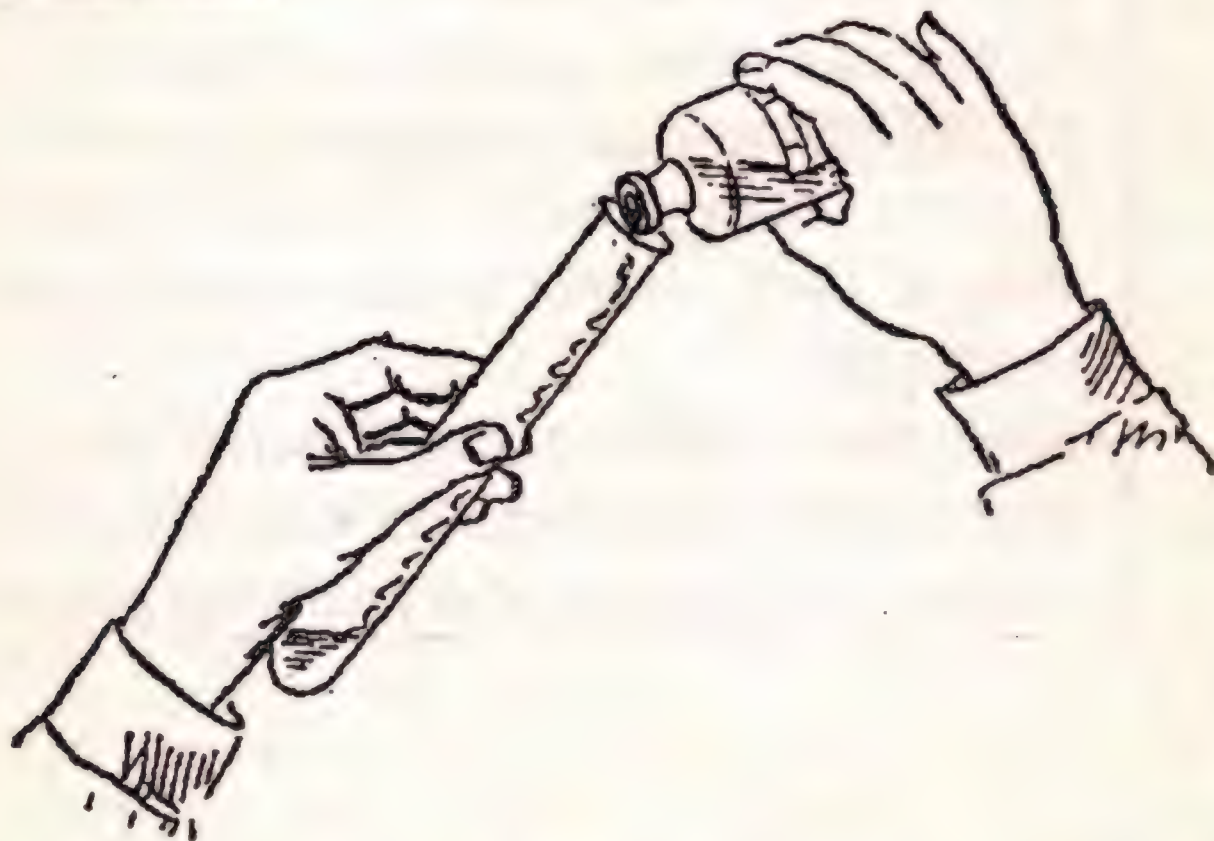


**Рисунок 22. Этикетка всегда закрыта ладонью!**

Запомните следующие правила обращения с реактивами:

- Оберегайте реактивы от загрязнения. Не используйте один и тот же шпатель или одну ту же пипетку для отбора проб разных веществ.



- Следите за сохранностью этикеток. Если по какой-либо причине этикетка отклеилась, сразу сообщите об этом учителю (лаборанту) и передайте ему склянку вместе с этикеткой.
- Если вещество разлагается под действием света, то его нужно хранить в склянке оранжевого или темного стекла.
- Если на этикетке указано, что реактив огнеопасен или взрывоопасен, работайте с ним как можно дальше от огня, имея рядом средства пожаротушения.
- Определяя запах вещества, держите склянку на небольшом расстоянии от лица и машите рукой в свою сторону, направляя пары вещества к носу. Никогда не наклоняйтесь над склянкой!
- Если Вы случайно взяли вещества больше, чем нужно, не выливайте и не высыпайте избыток в ту склянку, где хранится вещество.



## Основные правила безопасности

Правила техники безопасности возникли не на пустом месте — они результат многовекового общения человека с веществом. Каким бы странным на первый взгляд нам не показалось то или иное правило, его выполнение предохранит нас от неприятностей. Этих правил много, и знакомиться с ними Вы будете постепенно. Здесь приведем самые основные, без знания которых заходить в химическую лабораторию нельзя.

### В химической лаборатории запрещается:

1. принимать пищу и пробовать вещества на вкус;
2. при определении запаха вещества низко наклоняться над склянкой или подносить пробирку близко к лицу;
3. брать вещества руками;
4. оставлять неубранными рассыпанные или пролитые реактивы;
5. выливать или высыпать избыток реактивов в склянки и банки, из которых они взяты;
6. выливать или высыпать отработанные реактивы в раковину;
7. оставлять открытыми банки и склянки;
8. менять пробки у банок и склянок;
9. брать одной и той же пипеткой или одним и тем же шпателем разные вещества;



10.самостоятельно без разрешения учителя или лаборанта проводить химический эксперимент.

Если эти правила Вам показались скучными, прочитайте другой вариант, который привез из Индии один из авторов журнала «Химия и жизнь».

### **ПРАВИЛА ВЫЖИВАНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

- Если в руках у вас жидкое — не разлейте, порошкообразное — не рассыпьте, газообразное — не выпустите наружу.
- Если включили — выключите.
- Если открыли — закройте.
- Если разобрали — соберите.
- Если Вы не можете собрать — позовите умельца.
- Если Вы не разбирали — не вздумайте собирать.
- Если Вы одолжили что-нибудь — верните.
- Если Вы пользуетесь чем-либо — содержите в чистоте и порядке.
- Если Вы привели что-либо в беспорядок — восстановите статус кво.
- Если Вы сдвинули что-нибудь — верните на место.
- Если Вы хотите воспользоваться чем-либо, принадлежащим другому, попросите разрешения.
- Если Вы не знаете, как это действует, ради бога, не трогайте.
- Если это вас не касается — не вмешивайтесь.
- Если Вы не знаете, как это делается — сразу спросите.



- Если не можете что-либо понять — почешите в затылке.
- Если все же не поймете, то и не пытайтесь.
- Если Вы горите на работе, постарайтесь, чтобы у вас ничего не загорелось.
- Если у вас что-либо взорвалось, проверьте, остались ли Вы живы.
- Если не усвоили этих правил, не входите в лабораторию.



# **Приемы работы в химической лаборатории**

## **Нагревание**

В школьной химической лаборатории для нагревания обычно применяют спиртовку или газовую горелку. И в первом, и во втором случае источником теплоты является пламя. Чтобы рационально использовать топливо (спирт или газ), нужно знать строение пламени. Попробуйте установить его экспериментальным путем.

### **Эксперимент № 1** **Строение пламени**

1. Зажгите свечу.
2. Зарисуйте пламя свечи, пользуясь цветными карандашами. Чем подробнее будет ваш рисунок, тем лучше.
3. Возьмите стеклянную трубку за середину. Внесите один конец трубки в пламя свечи как можно ближе к фитилю.
4. Поднесите горящую лучинку к другому концу стеклянной трубки.
5. Тигельными щипцами возьмите фарфоровую чашку и внесите ее в светящуюся часть пламени свечи. Через несколько минут посмотрите на нижнюю поверхность чашки.



6. Возьмите лучинку двумя руками за концы и внесите на 2—3 секунды в нижнюю часть пламени. Если лучинка загорится, то потушите ее и повторите эксперимент с другой лучинкой.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение. Обязательно сделайте рисунки.

Нагревание жидкостей и твердых веществ можно проводить в тонкостенной стеклянной, фарфоровой или металлической посуде. Если Вы решите нагреть вещество в посуде из толстого стекла, то Вас наверняка постигнет неудача — стекло треснет, и Вы получите травму.

При использовании стеклянной или фарфоровой посуды обратите внимание на состояние наружных стенок. Они обязательно должны быть сухими. Даже незначительные капельки воды на внешней стенке пробирки или колбы приведут к неравномерному нагреванию стекла и, как следствие, к его растрескиванию.

Круглодонные пробирки, и фарфоровые чашки можно нагревать на голом огне; химические стаканы, колбы лучше нагревать через асбестовую сетку, огнезащитную прокладку, на водяной бане.



**Рисунок 23. Средневековая и современная водяные бани**



Прежде чем нагревать вещество в пробирке, необходимо позаботиться о том, чтобы не получить ожогов. Пробирку можно закрепить в лапке штатива или в специальном держателе для пробирок.

Закрепляя пробирку в лапке штатива, нужно помнить о том, что стекло при нагревании расширяется. Поэтому не стоит сильно закручивать винт лапки — пробирка должна свободно поворачиваться вокруг своей продольной оси.

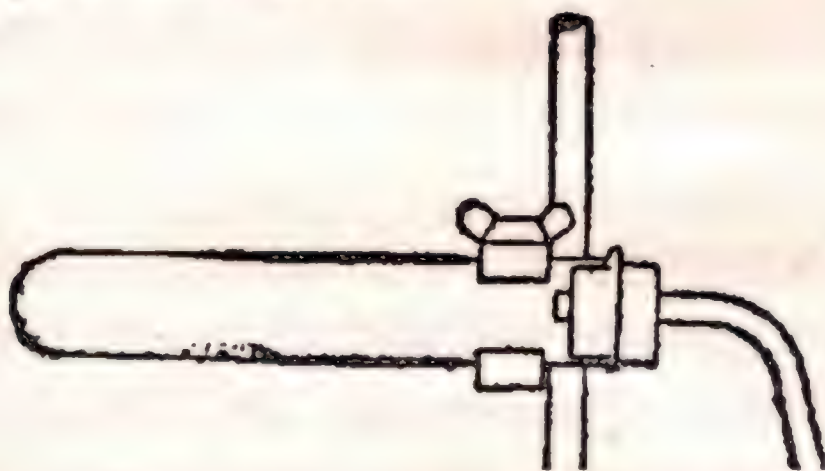


**Рисунок 24 Крепление пробирки в лапке штатива**

Нагревание пробирки на голом огне требует особой осторожности и концентрации внимания на том, что Вы делаете. Прежде всего, пробирку необходимо прогреть. Для этого пробирку, закрепленную в держателе для пробирок, медленно проводят сквозь пламя от доньшка до отверстия и обратно. Эту операцию повторяют несколько раз, чтобы стекло равномерно прогрелось. Признаком прогрева стекла можно считать исчезновение запотевания на стенках пробирки.

Если пробирка закреплена в лапке штатива, то перемещают спиртовку или газовую горелку.

После того, как Вы прогреете пробирку, сосредоточьте нагревание на ее дне. На этом этапе на-



гревания важно следить за тем, чтобы пламя не касалось границы раздела «вещество — воздух».

При нагревании жидкости в пробирке Вас подстерегает еще одна опасность, о которой нужно постоянно помнить: вдруг ни с того ни с сего жидкость начинает выплескиваться из пробирки. Чтобы избежать этого, пробирку нужно держать наклонно и время от времени потряхивать. Если пробирка закреплена в лапке штатива, то перед началом эксперимента положите на дно пробирки немного прокаленного кварцевого песка или небольшие фарфоровые осколки.

Однако какие бы меры предосторожности мы ни предпринимали бы, опасность выброса горячей жидкости из пробирки все же остается. Поэтому в момент нагревания отверстие пробирки должно быть повернуто в сторону от Вас и работающих рядом с Вами.



## Измельчение веществ

Как известно, скорость химической реакции зависит от поверхности соприкосновения реагирующих веществ. Чтобы ее увеличить, вещества измельчают. Чаще всего для этого используют ступки.



**Рисунок 25. Фарфоровая ступка**

Прежде чем приступать к измельчению вещества, положите под ступку чистый лист бумаги. Это поможет Вам сохранить вещество, если оно случайно рассыпется.

В ступку насыпают небольшое количество вещества и растирают его круговыми движениями пестика. Бить пестиком по веществу опасно: можно и ступку разбить, и осколки вещества могут попасть в глаза. Но даже при очень аккуратном растирании вещества пестиком лучше подстраховаться и надеть защитные очки.

Для того чтобы добиться наибольшего измельчения, берите вещества меньше. Время от времени снимайте растертое вещество со стенок ступки с помощью шпателя и после этого продолжайте растирание.



## Взвешивание

Для взвешивания в школьных химических лабораториях, как правило, используются аптекарские весы. Они дают достаточную точность измерения и одновременно с этим просты в использовании.

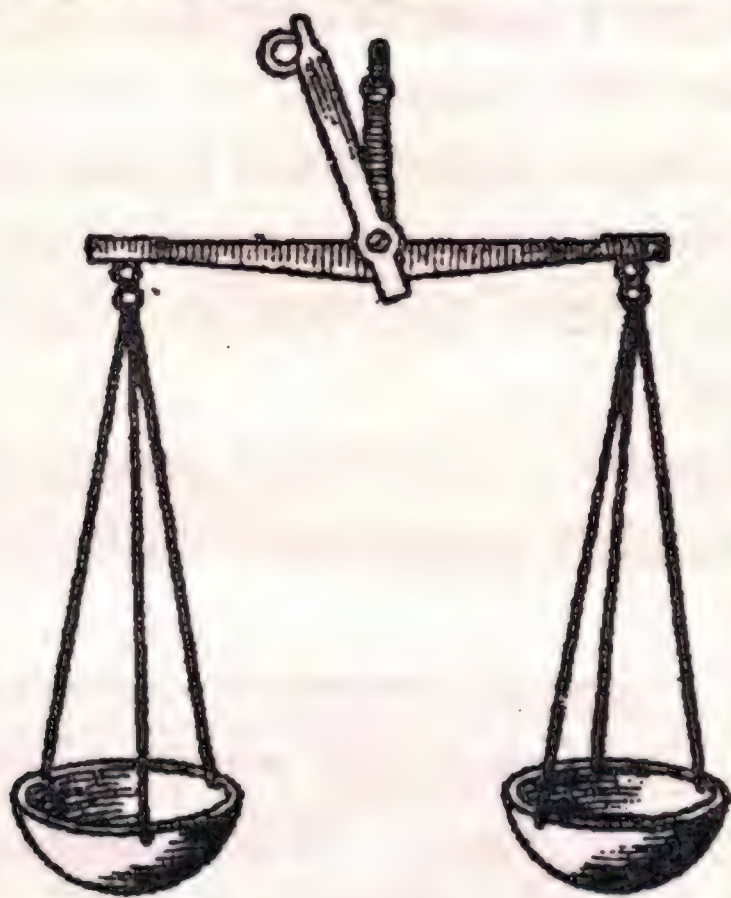


Рисунок 26. Аптекарские весы

Рассмотрите рисунок. К концам коромысла подвешены чашки. В середине коромысла поперек него вставлена призма, направленная острым ребром вниз и опирающаяся на подставку или подвес. К средней части коромысла, там, где находится призма, прикреплена стрелка. Когда весы не нагружены и находятся в покое, эта стрелка должна находиться в нулевом положении, то есть помещаться против дуги подвеса.



На концах коромысла расположены еще две призмы, направленные острыми гранями вверх. На них подвешивают чашки весов.

Иногда бывает так, что ненагруженные весы не находятся в нулевом положении. Чтобы исправить этот недостаток, на ту чашку весов, которая находится выше, насыпают мелкую дробь.

Если на обе чашки весов помещены равные грузы, весы должны находиться в равновесии, то есть оставаться в нулевом положении, или при качании отклоняться от этого положения одинаково в ту и другую сторону.

Взвешиваемое вещество помещают на левую чашку весов; правая чашка предназначена для разновесов.

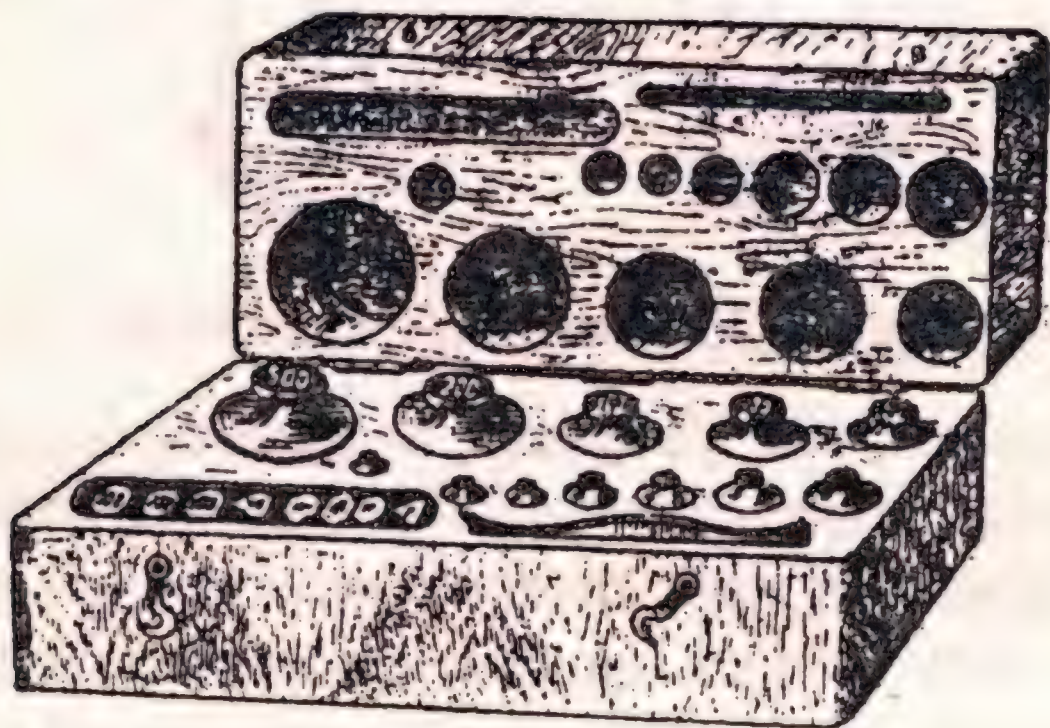


Рисунок 27. Разновесы

Разновесы обычно изготавливают из металлов или их сплавов (алюминий, платина, латунь, нейзильбер). В школьном наборе разновесов Вы найдете гири массой 1, 2, 5, 10, 20, 50 и 100 граммов. Для измерения масс меньше 1 г используются разновесы в



виде пластин. Откройте коробку с разновесами и рассмотрите эти пластины. Помните, что разновесы любой массы нельзя брать руками! Чтобы извлечь разновес из коробки, пользуйтесь специальным пинцетом.

На уроках физики Вас научили правилам взвешивания, но, помня, что «повторенье — мать ученья», еще раз остановимся на процессе взвешивания.

### *Определение массы образца вещества*

На левую<sup>4</sup> чашку весов положите часовое стекло или поставьте маленький стаканчик (бюкс). На правую чашку насыпайте дробь до тех пор, пока весы не придут в равновесие.

На часовое стекло поместите взвешиваемое вещество. На правую чашку будем класть разновесы. Предположим, что масса вещества на глаз составляет около 30 г. Поместим правую чашку разновес массой 20 г (ближайшее значение к массе взвешиваемого вещества). Этого не хватит для того, чтобы весы пришли в равновесие. Поэтому помещаем рядом еще один разновес массой 20 г. Теперь на правой чашке масса разновесов  $20 + 20 = 40$  г. Этого уже много. Снимаем один разновес в 20 г и ставим на его место разновес 10 г. Находим, что  $20 + 10 = 30$  г мало. Не снимая разновесов, добавляем разновес меньшей массы, то есть 5 г. Оказывается, что и 35 г много. По-

---

<sup>4</sup> Если Вы левша, то часовое стекло положите на правую чашку, а дробь и разновесы будут находиться соответственно на левой.



этому заменяем разновес в 5 г на следующий по порядку разновес в 2 г: 32 г мало. Прибавляем еще один разновес массой 2 г. На правой чашке весов  $20 + 10 + 2 + 2 = 34$  г — много. Снимаем один разновес 2 г и заменяем разновесом 1 г. Масса в 33 г опять велика.

Теперь придется перейти к более мелким разновесам. Снимаем 1 г и кладем 0,5 г. Масса на правой чашке составляет 32,5 г, но этого мало, чтобы весы пришли в равновесие. Добавляем разновес 0,2 г — мало. Кладем на правую чашку еще один разновес 0,2 г — много. Заменяем его разновесом 0,1 г. Теперь общая масса разновесов 32,8 г — мало. Добавляем разновес 0,05 г — много. Заменяем его разновесом 0,02 г — весы приходят в равновесие. Таким образом, масса вещества равна  $20 + 10 + 2 + 0,5 + 0,2 + 0,1 + 0,02 = 32,82$  г.

Попробуйте самостоятельно определить массу какого-нибудь вещества. При этом помните:

1. Прежде чем начать взвешивание, проверьте, в порядке ли разновесы и находятся ли весы в равновесии. Если ненагруженные весы не находятся в состоянии равновесия, то их нужно уравновесить с помощью дроби или бисера.
2. Не ставьте на чашки весов горячие, мокрые или грязные предметы.
3. Не кладите вещества непосредственно на чашку весов — используйте для этого подходящую тару (часовое стекло, бюкс, стакан). Уравновесьте весы с тарой с помощью дроби.
4. Помещая вещество или разновесы на весы, придерживайте чашку, чтобы избежать резких



качаний весов. Придерживать весы за стрелку — это значит сломать весы.

5. Разновесы берите только пинцетом. Снимая разновесы с чашки весов, сразу ставьте их в ячейки ящика, но не на стол.
6. Когда нужно провести два последовательных взвешивания, пользуйтесь одними и теми же весами и разновесами. Это позволит уменьшить ошибку.
7. Разновесы нужно ставить на чашку весов по порядку от большей массы к меньшей. Если масса разновесов превышает массу вещества, то последнюю в ряду разновеску нужно заменить следующей меньшей. Если же масса разновесов меньше массы вещества, то, ничего не снимая, добавьте следующую меньшую.
8. После того, как будет достигнуто равновесие, запишите результаты взвешивания.

Посмотрите на ящик с разновесами и выпишите в столбик пустые гнезда (если в гнезде нет разновеса, значит он находится на чашке весов). В рассмотренном примере запись будет выглядеть так:

|           |               |       |
|-----------|---------------|-------|
| Разновесы | масса в грам- | 20,00 |
|           | мах           | 10,00 |
|           |               | 2,00  |
|           |               | 0,5   |
|           |               | 0,2   |
|           |               | 0,1   |
|           |               | 0,02  |
|           |               | <hr/> |
|           |               | 32,82 |



### *Взятие навески заданной массы*

Часто Вам придется брать количество вещества определенной массы. С этим Вы столкнетесь при приготовлении растворов с заданной массовой долей растворенного вещества и определенной молярной концентрации. В этом случае порядок действий немного изменится.

1. На правую<sup>5</sup> чашку весов положите часовое стекло или поставьте бюкс (стакан).
2. Приведите весы в состояние равновесия с помощью дроби или бисера.
3. На левую чашку поставьте разновесы нужной массы.
4. С помощью шпателя или специальной ложки аккуратно добавляйте отвешиваемое вещество. Будьте внимательны и осторожны, следите за тем, чтобы вещество не просыпалось на чашку весов. Помните, что избыток вещества придется выбросить — его нельзя возвращать в банку, из которой его взяли.

---

<sup>5</sup> Если Вы левша, то в описание поменяйте местами слова «правый» и «левый».



## Растворение

Скорость растворения твердого вещества значительно увеличится, если вещество предварительно измельчить. Измельченное вещество помещают в пробирку, стакан или колбу и наливают небольшое количество воды или другого растворителя. Чтобы ускорить процесс растворения, раствор перемешивают.

### *Перемешивание растворов в пробирке*

Простой и безопасный способ заключается в том, что пробирку закрывают пробкой, и, придерживая ее пальцем, несколько раз переворачивают. После двух-трех переворачиваний пробку нужно аккуратно открыть.

Трясти пробирку не стоит — это не ускорит растворения, но увеличит вероятность того, что пробка вылетит из пробирки.

### *Перемешивание растворов в мерной колбе*

После того, как навеска вещества помещена в колбу, в нее добавляют немного дистиллированной воды, так, чтобы колба была заполнена приблизительно на  $\frac{1}{3}$  объема. Затем колбу начинают вращать, не отрывая ее дна от стола.

После того, как все вещество растворится, в колбу доливают дистиллированную воду до метки на горле колбы, плотно закрывают колбу пробкой и, придерживая пробку, несколько раз переворачивают колбу (так, как при перемешивании в пробирке).



### *Перемешивание растворов в стакане*

В стакане перемешивать вещество проще, чем в пробирке или колбе. Для этого используют стеклянную палочку.

Обратите внимание на то, что на стеклянную палочку надет небольшой кусочек резиновой трубки. Это делают для того, чтобы случайно не разбить стакан.

### *Растворение жидкостей*

При растворении жидкостей нужно помнить и неуклонно выполнять правило: **сначала налейте жидкость с меньшей плотностью, затем осторожно добавляйте жидкость с меньшей плотностью.**

Например, при растворении серной кислоты выделяется очень большое количество теплоты. Если серной кислоте приливать воду, то она останется на поверхности и от выделяющейся теплоты закипит. Горячие брызги раствора серной кислоты могут попасть на кожу и вызвать серьезные ожоги.

## **Декантация**

Декантация — это способ отделения жидкости от твердого вещества. Ее проводят в высоких стаканах или цилиндрах. Декантацию применяют тогда, когда нужно выделить твердое вещество.

После того, как весь осадок осядет на дно сосуда, жидкость осторожно сливают с его поверхности, следя за тем, чтобы сливаемая жидкость не ув-



лекла за собой осадок. Когда жидкость будет слита с осадка, к осадку добавляют немного дистиллированной воды, взбалтывают, дают осадку осесть, и вновь сливают жидкость. Время от времени проверяют, есть ли в промывных водах ионы, которые содержались в исходных растворах. Как только проба окажется отрицательной, то есть будет установлено, что в промывных водах нет никаких ионов, осадок переносят на фильтр и высушивают.

## **Фильтрование**

Для разделения смеси, состоящей из жидкости и твердого вещества, применяют такой прием, как фильтрование.

### **Фильтрование при нормальном давлении**

При фильтровании при нормальном давлении используют коническую воронку, которая может быть изготовлена из стекла (чаще всего), из металла или пластмассы. Иногда можно услышать неправильное название этого предмета лабораторного оборудования — «лейка». Если Вы внимательно рассмотрите рисунок и вспомните, как выглядит садовая лейка, то сможете найти множество различий между воронкой и лейкой.





**Рисунок 28. Конические воронки**

Кроме воронки необходимо иметь фильтровальную бумагу. Это специальная бумага, которая легко пропускает жидкость, но задерживает на своей поверхности частицы твердого вещества.

Квадратный кусок фильтровальной бумаги складывают вчетверо, то есть сгибают пополам и, не разворачивая, еще раз пополам. Свободный угол полученного квадрата, состоящего из четырех слоев бумаги, срезают ножницами по дуге круга (на рисунке это показано пунктиром). Отделив один слой, получают бумажный конус, одна половина которого состоит из трех слоев бумаги, а вторая — из одного. Этот конус называют фильтром.

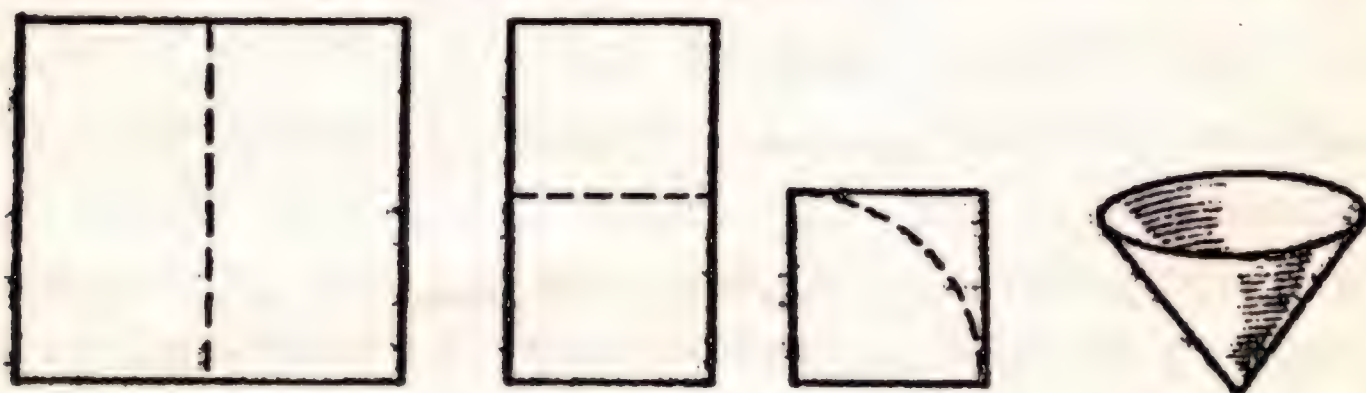


**Рисунок 29. Этапы складывания фильтра**

Правильно сложенный фильтр хорошо прилегает к стенкам воронки, имеющей угол  $60^\circ$ . Но, к со-



жалению, у многих воронок угол отличается от  $60^\circ$ . Поэтому при вкладывании фильтра в воронку его немного разворачивают. Вложенный фильтр смачивают дистиллированной водой, чтобы он плотно прилегал к стенкам воронки.

Скорость фильтрования значительно увеличится, если использовать складчатый фильтр. Для его изготовления берут квадратный лист фильтровальной бумаги, складывают пополам и еще раз пополам и обрезают ножницами, как при изготовлении простого фильтра (этапы 1—3).

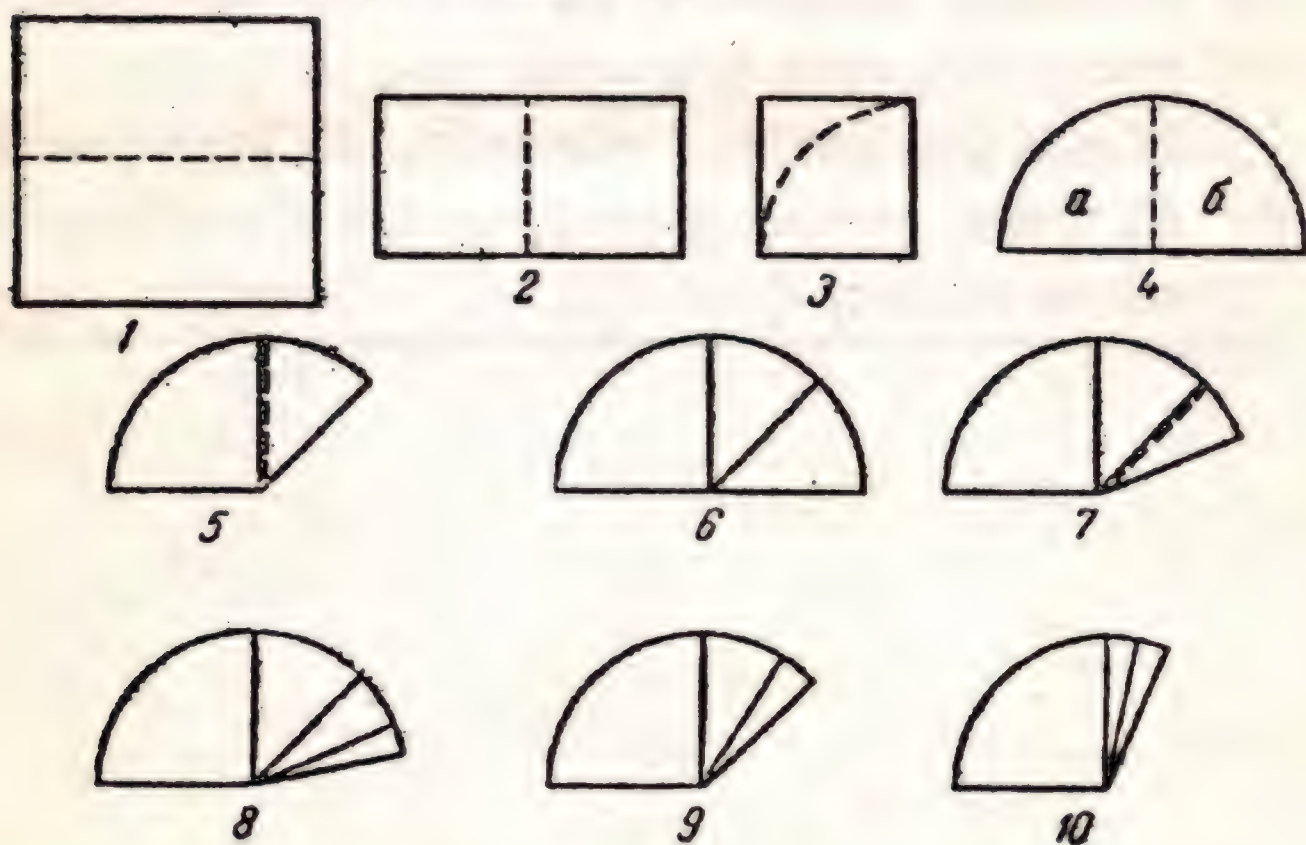


Рисунок 30. Изготовление складчатого фильтра

Разверните фильтр (4) и правую четверть, обозначенную буквой б сложите еще раз пополам (5). Обратите внимание на то, что между сгибами есть маленький промежуток.



Снова разверните фильтр (6) и сложите восьмушку пополам (7). Теперь нужно разделить пополам загнутую часть фильтра. Для этого ее отгибают наружу. Вы получили сектор, равный  $1/32$  части фильтра. По размеру этой части сложите гармошкой весь фильтр (этапы 8—10), разверните его и вставьте в воронку.

Чтобы фильтрование прошло успешно, нужно выполнять три правила:

1. Край фильтра должен быть приблизительно на 0,5 см ниже края воронки.
2. Уровень жидкости на фильтре не должен достигать края фильтра.
3. Жидкость следует наливать по стеклянной палочке, направленной на три слоя бумаги, но не в центр фильтра.





**Рисунок 31. Правильное положение  
стеклянной палочки**

Иногда бывает нужно отфильтровать горячую жидкость. Для этого используют специальные воронки для горячего фильтрования.



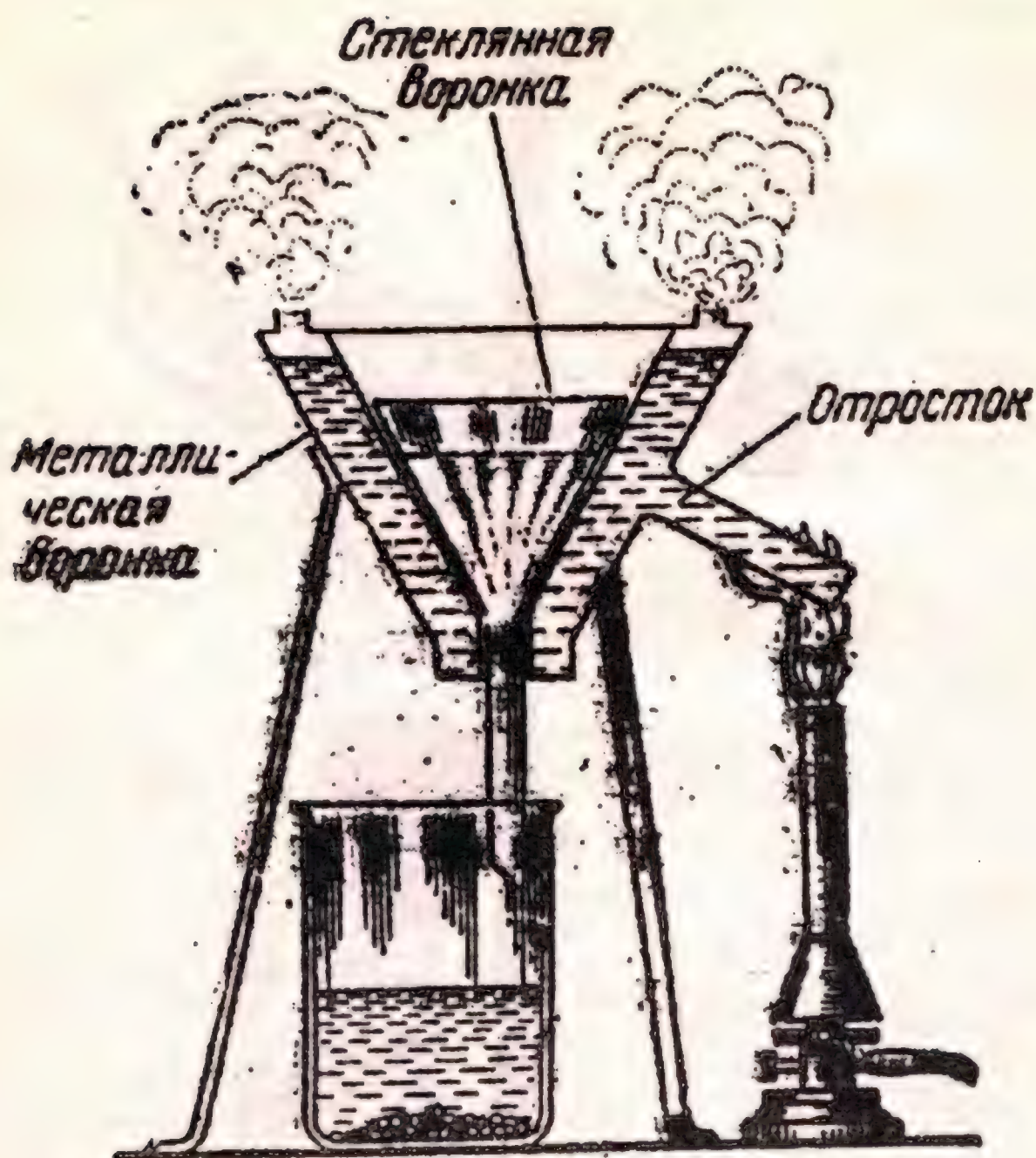


**Рисунок 32. Воронка для горячего фильтрования**

У этой металлической воронки двойные стенки, между которых налита вода. Отросток воронки нагревают на пламени спиртовки или газовой горелки. Вода внутри воронки закипает, и фильтруемая жидкость остается горячей.

### **Фильтрование при пониженном давлении**

Процесс фильтрования, как правило, занимает много времени. Чтобы эту операцию провести быстрее, применяют фильтрование под вакуумом.



Рассмотрите рисунок.

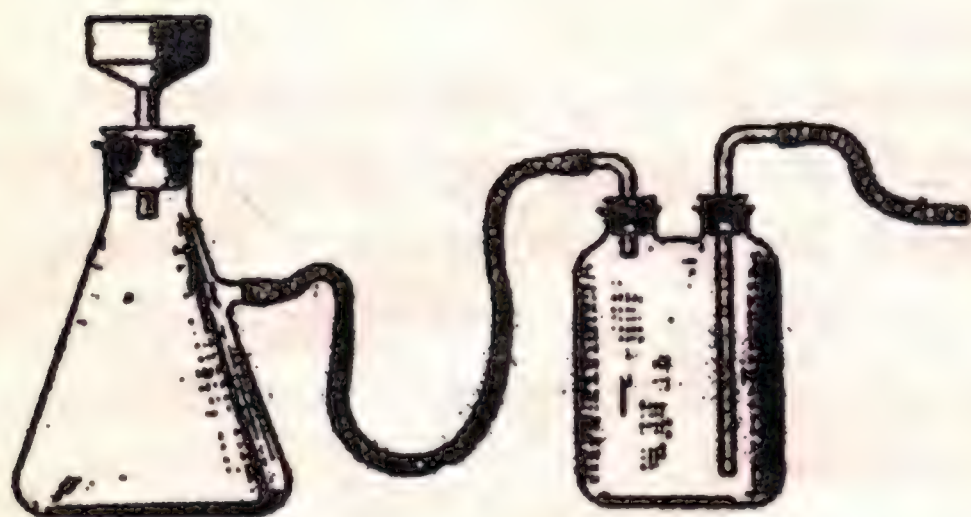


**Рисунок 33. Установка для фильтрования под вакуумом**

Основа этой установки — колба Бунзена и воронка Бюхнера.

Колба Бунзена чем-то напоминает колбу Эрленмейера. Главное отличие заключается в том, что колба Бунзена сделана из толстого стекла, и в ее верхней части находится отросток. Он нужен для того, чтобы откачивать из колбы воздух.

В колбу сверху вставляют пробку, через которую пропущена воронка Бюхнера — массивная фарфоровая воронка, в плоском дне которой имеется множество отверстий. На дно воронки кладут фильтр.

Пониженное давление в колбе создается с помощью водоструйного насоса (на химическом жаргоне «водоструя»). Водоструйный насос представляет собой стеклянный баллон, внутри которого находятся две трубки. Одна, более узкая трубка входит во вторую, более широкую трубку. Между трубками есть небольшой зазор. Когда вода переливается из



узкой трубки в широкую, она захватывает воздух и уносит его из баллона. Так внутри насоса создается пониженное давление.

Если процесс фильтрования проводят ради получения чистой жидкости, между водоструйным насосом и колбой Бунзена помещают предохранительную склянку. Это делают для того, чтобы водопроводная вода случайно не попала в колбу Бунзена и не испортила фильтрат.

## Определение герметичности приборов

Бывает так, что правильно собранный прибор для опытов с газами оказывается совершенно непригодным для работы. В этом оказываются виноватыми совершенно незаметные невооруженным глазом зазоры между пробкой и газоотводной трубкой или пробкой и пробиркой (колбой). Поэтому, прежде чем начинать опыт, необходимо убедиться, что прибор герметичен, или, как говорят химики, «держит».

Для проверки герметичности собранного прибора открытый конец газоотводной трубки опускают в воду. Затем прибор плотно обхватывают ладонью. От тепла тела воздух внутри прибора расширяется, и из конца трубки, находящейся под водой, появляются пузырьки воздуха.

Когда прибор охлаждается, давление внутри него уменьшается, и вода поднимается по газоотвод-



ной трубке на некоторую высоту. Если высота водяного столба начинает уменьшаться, то это означает, что прибор не вполне герметичен. В этом случае необходимо заменить пробку.

Такую пробу нужно проводить каждый раз, когда Вы собираетесь работать с газами. Если для опыта необходима сухая газоотводная трубка, то поступают так.

На свободный конец газоотводной трубки надевают резиновую трубку со стеклянным наконечником. При испытании герметичности прибора намокнет съемный наконечник, а газоотводная трубка останется сухой.



## Собирание газов

Собрать газ в сосуд можно разными методами. Наиболее распространены два — метод вытеснения воздуха и метод вытеснения воды. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки, и выбор метода во многом обусловлен свойствами того газа, который нужно собрать.

### Метод вытеснения воздуха

Этим методом можно собрать любой газ, но здесь возникает проблема точного определения того момента, когда весь воздух из сосуда - приемника будет вытеснен собираемым газом.

Прежде чем собирать газ вытеснением воздуха, необходимо выяснить, тяжелее он или легче воздуха. От этого будет зависеть положение сосуда - приемника (смотри рисунок 32). Относительную плотность газа по воздуху находят делением относительной молекулярной массы газа на среднюю относительную молекулярную массу воздуха:

$$D_{\text{возд.}}(X) = \frac{M_r(X)}{29}$$

Если рассчитанная величина окажется меньше единицы, то газ легче воздуха, и сосуд - приемник нужно держать отверстием вниз. Если же относительная плотность газа по воздуху будет больше единицы, то сосуд - приемник следует держать отверстием вверх, так как газ — тяжелее воздуха.



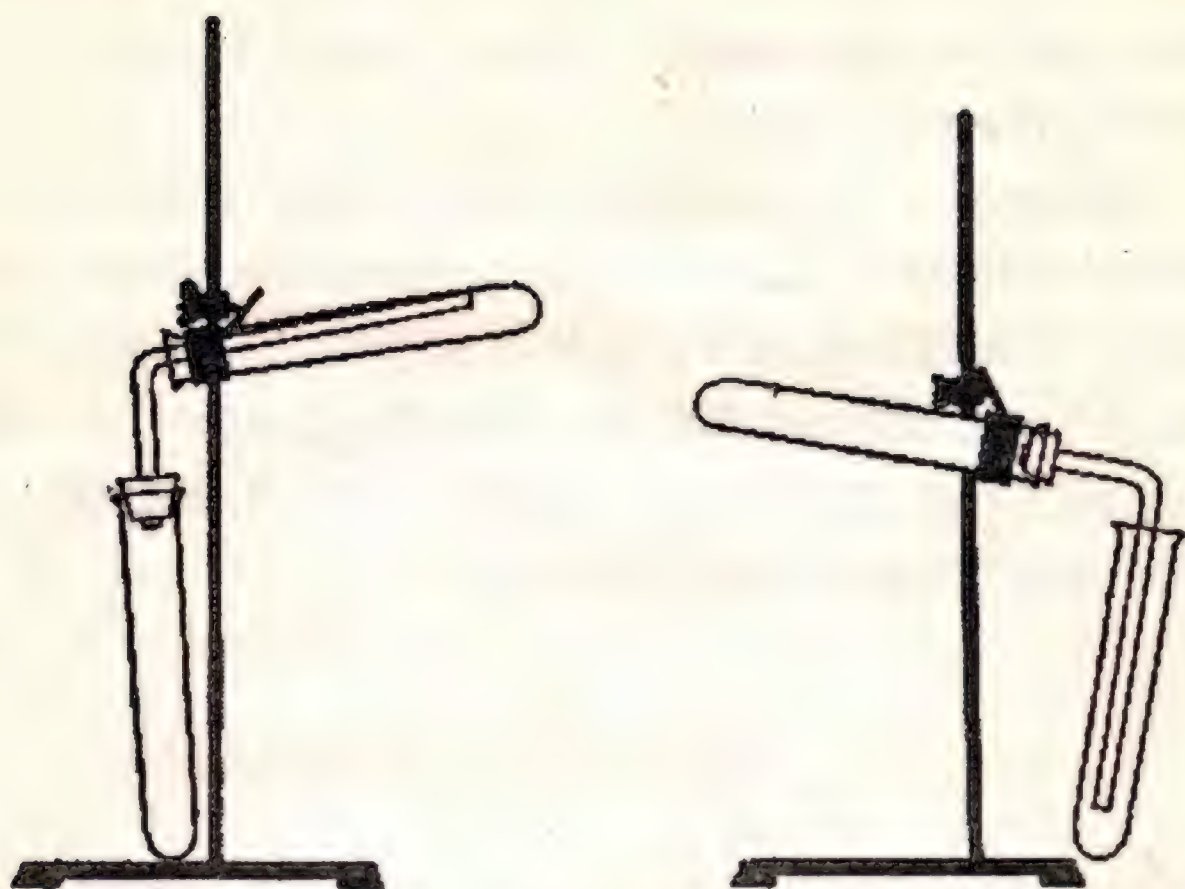


**Рисунок 34. Метод вытеснения воздуха**

Контролировать наполнение сосуда можно по-разному в зависимости от того, какой газ собирают. Например, окрашенный оксид азота(IV) легко обнаружить по красно-бурому цвету. Для определения кислорода используют тлеющую лучинку, которую подносят к краю сосуда, но не вносят внутрь.

### **Метод вытеснения воды**

При использовании этого метода значительно легче контролировать наполнение сосуда - приемника газом. Однако этот метод имеет серьезное ограничение — его нельзя использовать, если газ растворяется в воде или вступает с ней в реакцию.



Для собирания газа вытеснением воды необходимо иметь широкий сосуд (кристаллизатор), наполненный на  $\frac{1}{3}$  водой.

Сосуд - приемник, например, пробирку, наполняют доверху водой, закрывают пальцем, быстро переворачивают вверх дном и опускают в кристаллизатор. Когда отверстие пробирки окажется под водой, отверстие пробирки открывают и вводят в пробирку газоотводную трубку.

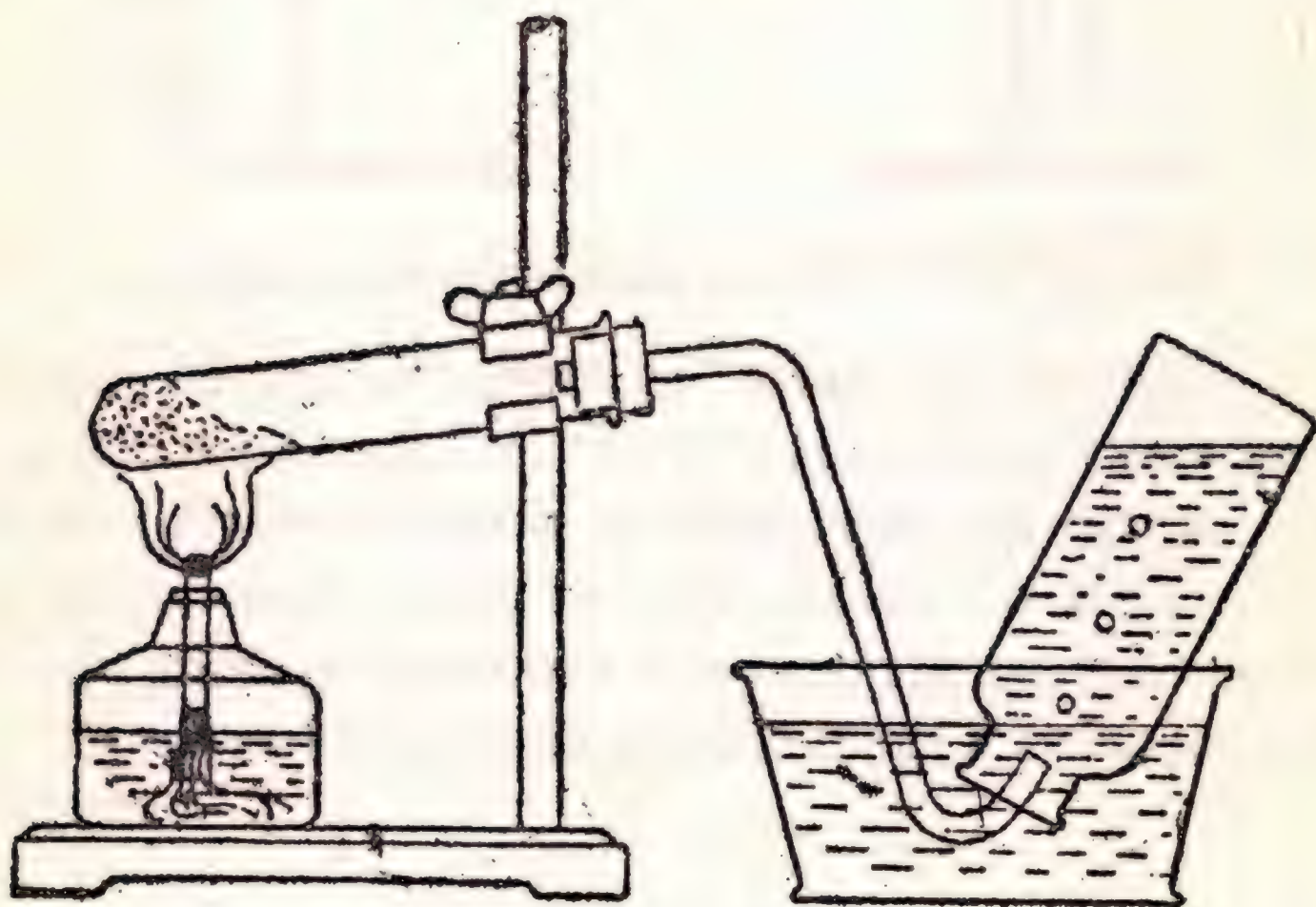


Рисунок 35. Метод вытеснения воды

После того, как вся вода будет вытеснена из пробирки газом, отверстие пробирки закрывают под водой пробкой и извлекают из кристаллизатора.

Если газ, который собирают методом вытеснения воды, получают при нагревании, нужно неукоснительно соблюдать следующее правило:



Нельзя прекращать нагревание пробирки - реактора, если газоотводная трубка находится под водой

#### ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Открытие газов и изучение их свойств составило целую эпоху в истории химии. В этот период, называемый пневматической химией, были открыты и описаны многие газы: углекислый газ, водород, кислород, азот, оксиды азота, хлороводород. Тогда же были установлены основные газовые законы — закон Бойля - Мариотта, закон Шарля, закон Авогадро, закон Гей-Люссака. Изучение газов стало возможным после того, как в 1724 г. английский ботаник С. Гейлс изобрел пневматическую ванну.



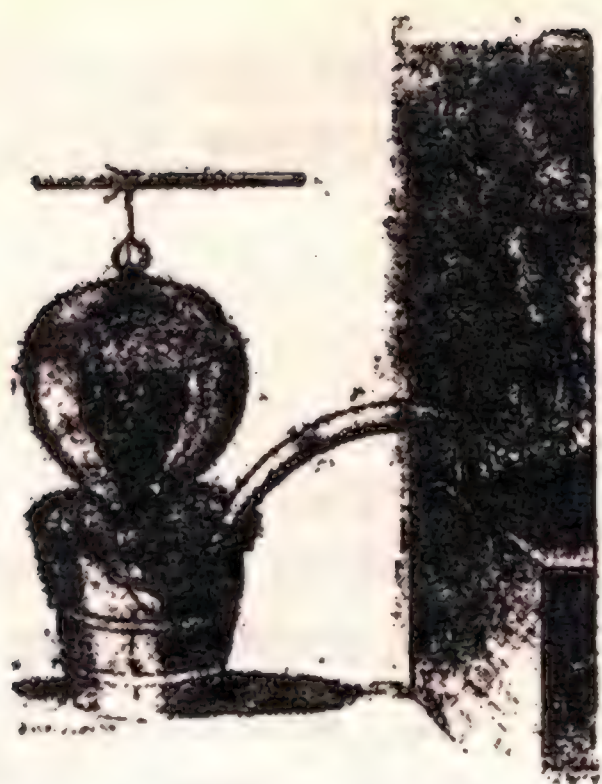


**Рисунок 36. Пневматическая ванна Гейлса**

## **Проверка газов на чистоту**

Многие газы горят на воздухе. Если же поджечь смесь такого газа с воздухом, то произойдет взрыв. Чтобы избежать серьезных травм, необходимо перед работой с горючим или неизвестным газом проверить его на чистоту.

Проверка газа на чистоту заключается в сжигании небольшой порции газа (около 15 мл) в пробирке. Для этого собирают газ в пробирку (если это возможно, то методом вытеснения воды) и поджигают от пламени спиртовки или газовой горелки. На рисунках показано, как проверить водород на чистоту.

Если газ не содержит примесей воздуха, то горение сопровождается очень легким хлопком. Если



же раздается резкий лающий звук, то это сигнал опасности — газ загрязнен воздухом и проводить опыты с ним нельзя.

## Мытье и сушка посуды

Результаты химического эксперимента будут достоверны только тогда, когда опыт проводится в чистой посуде. Даже небольшие загрязнения на стенках пробирки или колбы могут существенно повлиять на ход химической реакции. Поэтому для эксперимента нужно брать только чистую посуду и сразу после окончания опыта тщательно ее мыть. Не откладывайте мытье посуды «на потом» — очень многие вещества разъедают стекло.

Если посуда загрязнена веществами, растворимыми в воде, то ее несколько раз споласкивают сначала горячей, а затем холодной водой.

Если на внутренних стенках посуды находятся несмываемые струей воды прилипшие к стеклу частицы вещества, следует использовать ерш. Размер и форма ерша определяется той посудой, которую моют.

При мытье посуды ершом нужно соблюдать осторожность. Нельзя сильно надавливать на ерш, стучать им по дну посуды — так можно ее разбить. Вынимая ерш, следите за тем, чтобы брызги промывной воды не попали на вас и на работающих рядом.

Если в лаборатории нет ершей, то их можно заменить мелкими древесными опилками или кусоч-



ками бумаги. Запрещается использовать для мытья посуды речной песок, так как он царапает стекло. Разумеется, воду с опилками или кусочками бумаги нельзя сливать в канализацию.

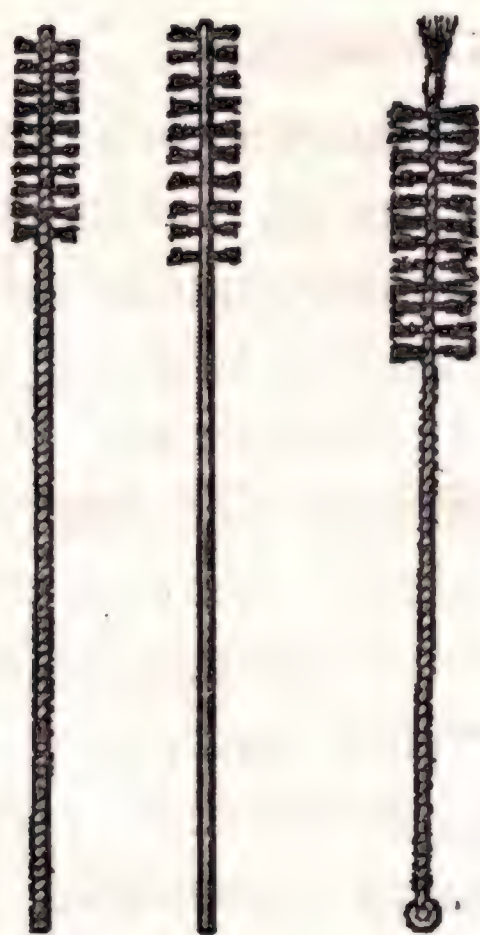


**Рисунок 37. Ерши для мытья посуды**

Если посуда загрязнена нерастворимыми в воде веществами, то нужно подобрать подходящий растворитель.

Оксиды и гидроксиды металлов, карбонаты легко смываются раствором соляной кислоты. Если с первого раза не удастся убрать все загрязнения, то можно заполнить пробирку соляной кислотой и оставить на некоторое время в штативе для пробирок. Можно сократить время мытья, если пробирку с кислотой подогреть на водяной бане.



Для мытья жирной посуды используют раствор карбоната натрия (стиральная, или кальцинированная сода), мыло, стиральные порошки.

Часто для мытья посуды используют хромовую смесь, то есть раствор бихромата калия  $K_2Cr_2O_7$  в концентрированной серной кислоте. Загрязненную посуду несколько раз споласкивают изнутри хромовой смесью, сливая ее в тот же сосуд, из которого брали. Этот способ дает очень хорошие результаты, но он опасен: оба вещества, входящие в состав хромовой смеси, являются сильными окислителями, а серная кислота, кроме этого, и сильное водоотнимающее средство. Поэтому хромовой смесью может пользоваться только учитель или лаборант.

Для мытья посуды иногда применяют смесь раствора соляной кислоты и 3—6% раствора пероксида водорода (смесь Комаровского). Эта смесь действует очень хорошо, особенно при небольшом подогревании, и более удобна и безопасна, чем хромовая смесь.

После мытья посуды ее обязательно несколько раз ополаскивают дистиллированной водой. Если вода стекает со стекла равномерно, не образуя отдельных струек и капелек, то посуда вымыта чисто.

Химическую посуду никогда не вытирают. Для сушки используют специальные доски с кольщиками, на которые надевают дном вверх пробирки, химические стаканы, колбы. Время сушки значительно сокращается, если посуду сушат в сушильном шкафу.



Если же срочно нужна сухая посуда, то ее сушат с помощью абсолютного эфира, то есть эфира, не содержащего воды. В пробирку наливают несколько капель эфира и смачивают им стенки пробирки. Эфир быстро испаряется, и посуда высыхает.

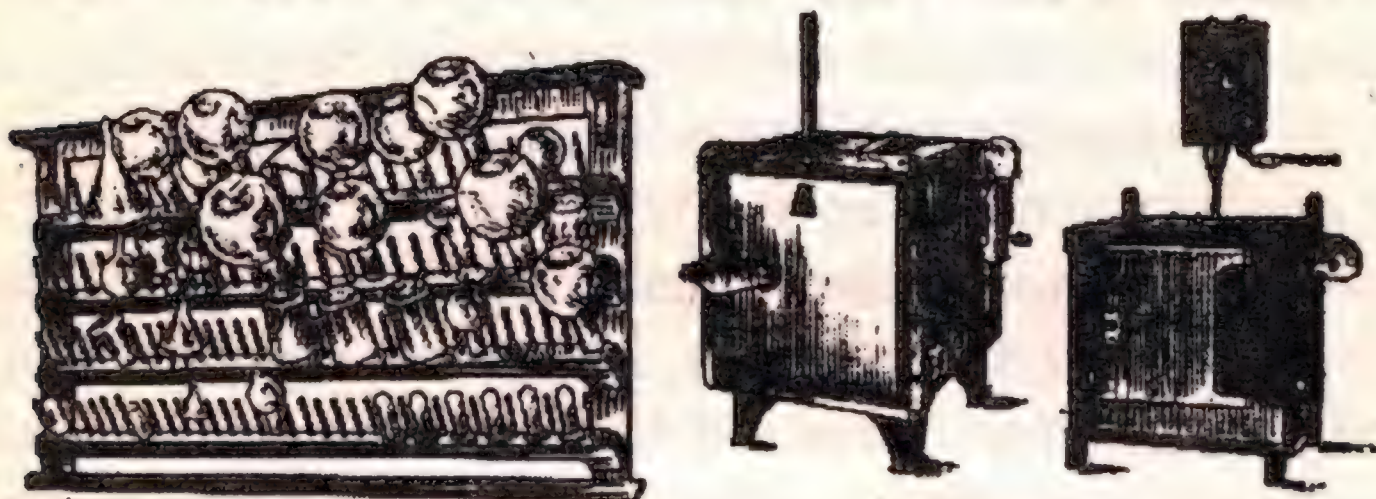


**Рисунок 38. Доска для сушки посуды и сушильные шкафы**

При необходимости процедуру повторяют несколько раз. Прибегать к этому способу сушки посуды нужно только в случае крайней необходимости и перед процедурой обязательно убедиться в том, что рядом нет открытого пламени и горячих предметов — смесь паров эфира с воздухом взрывоопасна!

Запомните правила мытья и высушивания посуды:

1. Прежде чем мыть посуду, удалите из нее все остатки.
2. Не выбрасывайте в раковину остатки, содержащие ценные вещества (например, соединения серебра).
3. Если Вы использовали моющие средства, обязательно ополосните посуду дистиллированной водой.



4. При использовании хромовой смеси, раствора перманганата калия или смеси Комаровского будьте осторожны. Следите за тем, чтобы брызги раствора не попали на кожу и одежду.
5. При мытье пипеток пользуйтесь резиновой грушей.
6. Чтобы не загрязнить вымытую посуду, сушите ее в перевернутом виде на специальной доске или в сушильном шкафу.
7. Не берите посуду из сушильного шкафа незащищенными руками — можно получить ожог.



## Глава 2 **Экстремальные ситуации**

### ***Первая медицинская помощь***

Если Вы работаете в химическом кабинете, соблюдая правила техники безопасности, с Вами ничего не случится, тем более что с некоторыми из перечисленных веществ Вы вряд ли встретитесь в школьной химической лаборатории. Но в жизни возможны разные экстремальные ситуации, поэтому нужно знать, как правильно оказать помощь себе или окружающим. Мы надеемся, что Вам никогда не придется применять на практике приведенные ниже советы.

### **Отравления**

**КИСЛОТЫ:** выпить 4—5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же взвеси оксида магния в воде и снова вызвать рвоту. После этого сделать два промывания желудка чистой теплой водой. Общий объем жидкости — не менее 6 литров.

При попадании внутрь концентрированных кислот и при потере сознания запрещается искусственно вызывать рвоту, применять карбонаты и гидрокарбонаты как противоядие.



**ЩЕЛОЧИ:** выпить 4—5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же водного раствора уксусной кислоты с массовой долей растворенного вещества 2% ( $\omega = 2\%$ ). После этого сделать два промывания теплой чистой водой.

**ФЕНОЛ:** выпить 4—5 стаканов теплой воды и вызвать рвоту, затем выпить столько же розового раствора перманганата калия и снова вызвать рвоту. Третье промывание сделать водным раствором этанола ( $\omega = 5\%$ ) объемом не менее 1 л.

**ПАРЫ БРОМА:** нюхать с ватки нашатырный спирт (водный раствор аммиака, 10%), затем промыть слизистые оболочки носа и горла водным раствором гидрокарбоната натрия ( $\omega = 2\%$ ).

**ГАЗЫ:** обеспечить приток чистого воздуха и покой. В тяжелых случаях давать кислород.

## Ожоги

При любом ожоге **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** пользоваться жирами (в том числе и растительными маслами) для обработки обожженного участка.

Запрещается также применять красящие вещества (растворы перманганата калия, бриллиантовой зелени, иодной настойки),

**ОЖОГ I СТЕПЕНИ:** обработать пораженное место этиловым спиртом и наложить сухую стерильную повязку.

Во всех остальных случаях накладывают стерильную повязку и обращаются за помощью к врачу.



**ЕДКИЕ ВЕЩЕСТВА:** едкое вещество стряхивают с кожи либо удаляют с помощью пинцет, сухой бумаги или стеклянной палочки.

**а) Растворы кислот или щелочей:** после удаления видимых капель смывают вещества широкой струей прохладной воды или душем. Запрещается обрабатывать пораженный участок увлажненным тампоном.

**б) Негашеная известь:** снимать известь с кожи можно только пинцетом или тампоном, смоченным минеральным или растительным маслом. **ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ВОДОЙ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!** После удаления с кожи травмирующего вещества пораженный участок омывают растворами уксусной кислоты или гидрокарбоната натрия ( $\omega = 2\%$ ), затем ополаскивают водой и накладывают повязку с риванолом или фурацилином.

**в) Иод и / или жидкий бром:** вещество удаляют с кожи этиловым спиртом и накладывают примочку из раствора гидрокарбоната натрия ( $\omega = 5\%$ ). В случае ожога бромом немедленно обратиться к врачу.

### *Другие виды травм*

**ПОРЕЗЫ.** Необходимо остановить кровотечение (перезжать сосуд, наложить жгут или давящую повязку).

Если рана загрязнена, грязь удаляют только вокруг раны, но ни в коем случае не из ее глубинных слоев. Кожу вокруг раны обрабатывают иодной настойкой или раствором бриллиантовой зелени.



Если после наложения жгута кровотечение продолжается, на рану накладывают стерильный тампон, смоченный пероксидом водорода с массовой долей растворенного вещества 3%, затем стерильную салфетку и туго бинтуют. Если повязка намокает от проступающей крови, новую повязку накладывают поверх старой.

**УШИБЫ.** Обеспечить покой. На область ушиба накладывают давящую повязку и холод (лед в полиэтиленовом пакете).

При ушибах головы пострадавшему обеспечивают полный покой и вызывают «скорую помощь».

**В ГЛАЗА ПОПАЛО ИНОРОДНОЕ ТЕЛО.** Разрешается удалить его из глаз влажным ватным или марлевым тампоном. Затем глаза промывают водой из фонтанчика не менее 7—10 минут (воду можно взять из чайника или воспользоваться лабораторной помывалкой). После оказания первой помощи обязательно обратиться к врачу!

**В ГЛАЗА ПОПАЛА ЕДКАЯ ЖИДКОСТЬ.** Глаза промывают водой, как указано выше, затем раствором борной кислоты или гидрокарбоната натрия, в зависимости от характера едкого вещества. Еще раз ополаскивают глаза чистой водой, вводят под веки 2—3 капли раствора альбуцида ( $\omega = 30\%$ ). После оказания первой помощи обязательно обратиться к врачу!



## **Неприятности при выполнении эксперимента**

Во время выполнения лабораторных опытов и практических работ могут произойти разные неприятности. Как правило, они являются следствием нарушения инструкций или правил работы в химической лаборатории.

### **Не зажигается газовая горелка**

1. Проверьте, есть ли газ в сети: отсоедините резиновую трубку от крана газопровода и на короткое время (1—2 секунды) откройте кран. Если раздастся характерный шипящий звук, то значит причина не в отсутствии газа.
2. Присоедините резиновую трубку к крану газопровода, но отсоедините от нее горелку. На короткое время откройте кран: если услышите шипение, то резиновая трубка не засорилась, и причину неудачи следует искать в самой горелке.
3. В горелке Бунзена выверните металлическую трубку. В центре основания Вы увидите маленькое отверстие, через которое в металлическую трубку поступает газ. Вооружитесь очень тонкой иглой и попытайтесь прочистить это отверстие.
4. В горелке Теклю проверьте положение регулировочного винта.  
Если винт вывернут, то действуйте так, как описано в пункте 3.



5. Если ничего не помогает, то замените горелку. Ее может отремонтировать только специалист.

## **Проскок пламени**

1. Немедленно погасите горелку.
2. Подождите несколько минут, пока она остынет.
3. Когда Вы сможете дотронуться рукой до верхней части металлической трубки, закройте доступ воздуха в горелку.

Для этого в горелке:

- Бунзена поверните хомутик на металлической трубке так, чтобы отверстия хомутика не совпадали с отверстиями трубки.
  - Теклю вращайте кольцо по часовой стрелке до тех пор, пока оно не прижмется к конусной части металлической трубки.
4. Зажгите горелку.
  5. Отрегулируйте подачу газа и воздуха.
  6. Если произойдет повторный проскок пламени, то замените горелку, так как с этой работать опасно.

## **Не удается собрать газ**

1. Проверьте прибор на герметичность.
2. Если прибор герметичен, то убедитесь в том, что Вы правильно расположили пробирку (при собирании газа методом вытеснения воздуха — см. Глава 2. Собираание газов), или в том, что газ не растворяется в воде (при собирании газа методом вытеснения воды).



## **Жидкость поднимается по газоотводной трубке**

1. Вы прекратили нагревание, не вынув газоотводную трубку из жидкости. Немедленно возобновите нагревание, и выделяющиеся газы вытолкнут жидкость из газоотводной трубки.
2. Вы не прекращали нагревания, но жидкость все-таки поднимается по газоотводной трубке. Скорее всего причина в том, что Вы отвлеклись от наблюдения за процессом нагревания, и пламя отклонилось в сторону. Усиьте нагревание пробирки.
3. Усиление нагревания не дает желаемого результата. В этом случае нужно вынуть пробку с газоотводной трубкой из пробирки - реактора. Будет лучше, если это сделает учитель или лаборант.

## **Осадок проходит сквозь фильтр**

1. Вы допустили ошибку при складывании фильтра и разорвали его. Разрывы чаще всего происходят на сгибах фильтровальной бумаги и поэтому не видны.
2. Может быть, Вы нарушили правила фильтрования:
  - налили фильтруемую жидкость «всклянь», и твердые частицы проходят между фильтром и стенками воронки;
  - прорвали фильтр стеклянной палочкой.

В любом случае, фильтрат безнадежно испорчен, и вам придется все начинать с начала.



## Пожар

Не поддавайтесь панике, а, здраво оценив обстановку, действуйте быстро и решительно.

1. Если на вас загорелась одежда, лягте на пол и, перекатываясь, постарайтесь сбить пламя.
2. Если одежда загорелась на вашем однокласснике, накройте его плотной тканью, чтобы прекратить доступ воздуха.
3. Если горит какое-нибудь вещество, которое по описанию опыта гореть не должно, тушите его или песком, или огнетушителем. Использование воды не всегда приводит к желаемым результатам (нефть и нефтепродукты всплывают и продолжают гореть, многие металлы, такие как магний, взрываются).

Избежать неприятностей при выполнении опытов с веществами вам поможет точное выполнение требований техники безопасности и строгое следование инструкциям к работе.



## Глава 3

# Планируем эксперимент и фиксируем его результаты

## **Планирование эксперимента**

Планирование эксперимента всегда начинают с определения его цели. От того, какую цель мы поставим перед собой, во многом будет зависеть порядок операций, которые нужно выполнить.

Например, нам нужно разделить смесь поваренной соли и песка. Для этого нам необходимо взять химический стакан, налить в него воду, высыпать в нее смесь и перемешать. На этом этапе смесь уже можно считать практически разделенной: песок осел на дно стакана, а соль перешла в раствор. Дальнейшие наши действия будут зависеть от того, для чего мы разделяем смесь, то есть от цели эксперимента.

Если нам нужен чистый песок, то воду можно слить и песок промыть декантацией.

Если же нам необходима чистая соль, то раствор нужно отфильтровать и фильтрат выпарить.

В том случае, если хотим получить и чистый песок, и чистую соль, то мы промоем песок на фильтре, фильтрат выпарим, а фильтр сожжем в муфельной печи.

Сравните еще раз набор и порядок выполнения операций.



| Получаем<br>чистый песок                  | Получаем чистую<br>соль | Получаем<br>и песок, и соль        |
|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| <i>Наливаем воду в химический стакан</i>  |                         |                                    |
| <i>Высыпаем в воду смесь соли и песка</i> |                         |                                    |
| <i>Перемешиваем</i>                       |                         |                                    |
| Сливаем воду                              | Складываем<br>фильтр    | Складываем<br>фильтр               |
| Промываем<br>песок декантацией            | Фильтруем<br>жидкость   | Фильтруем<br>жидкость              |
|                                           | Выпариваем<br>раствор   | Выпариваем<br>раствор              |
|                                           |                         | Сжигаем<br>фильтр в муфельной печи |

Определив цель эксперимента, мы можем ожидать от него каких-то результатов. Но эти результаты могут оказаться совсем не такими, какими мы их себе представляем. Только опыт может показать, насколько наши предположения соответствуют действительности. Предположение, которое требует доказательства, называют гипотезой.

Гипотеза связана с целью эксперимента. Например, мы ставим перед собой цель найти самую горячую часть пламени. В этом случае гипотеза будет звучать так: «Верхняя часть пламени — самая горячая». Это самый простой вариант гипотезы, потому что мы не опираемся ни на какие другие знания.



Если мы проводим эксперимент для изучения химических свойств бензола, то гипотезу можно сформулировать так:

«1. Если бензол является непредельным соединением;

2. если все непредельные соединения обесцвечивают бромную воду,

то бензол обесцвечивает бромную воду».

В этом случае мы сформулировали сложную гипотезу, которая опирается на знания, полученные нами раньше (признаки непредельных соединений и свойство непредельных соединений обесцвечивать бромную воду).

Определив цель и сформулировав гипотезу, следует подумать о том, как проверить правильность или ошибочность наших предположений<sup>6</sup>. Здесь нужно определить, какие вещества и какое оборудование потребуется для эксперимента. Вернемся к примеру очистки загрязненной поваренной соли. Предположим, что цель эксперимента состоит в получении чистой соли. Для выполнения этой работы потребуются:

1. два химических стакана;
2. стеклянная палочка с резиновым наконечником;
3. воронка;
4. фильтр;

---

<sup>6</sup> Не нужно подгонять результаты эксперимента под сформулированную гипотезу и отчаиваться, что гипотеза не подтвердилась — отрицательный результат не менее важен, чем положительный.



5. лабораторный штатив с кольцом и лапкой;
6. фарфоровая чашка для выпаривания;
7. спиртовка или газовая горелка.

Рассмотрите таблицу:

| Действия                           | Оборудование                                                         |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Наливаем воду в химический стакан  | Химический стакан                                                    |
| Высыпаем в воду смесь соли и песка |                                                                      |
| Перемешиваем                       | Стеклянная палочка                                                   |
| Складываем фильтр                  | Фильтр                                                               |
| Фильтруем жидкость                 | Воронка, химический стакан, стеклянная палочка, штатив с кольцом     |
| Выпариваем раствор                 | Фарфоровая чашка для выпаривания, штатив с кольцом и лапкой, воронка |

### Задание

*Объясните, для чего нужна воронка при выпаривании раствора.*

Составляя список лабораторного оборудования и реактивов, нужно подумать о тех опасностях, которые могут встретиться при выполнении работы. Для этого необходимо знать свойства веществ, с которыми предстоит работать.



Предположим, что мы собрались экспериментальным путем изучить свойства хлороводорода. Хлороводород — ядовитый бесцветный газ с резким «кислым» запахом. Он очень хорошо растворяется в воде и его водный раствор называют соляной кислотой. Как и любая другая кислота, соляная кислота при попадании на кожу вызывает сильные ожоги.

Соляную кислоту получают действием концентрированной серной кислоты на кристаллический хлорид натрия. Поваренная соль не представляет опасности, но концентрированная серная кислота обугливает органические вещества. Еще одна опасность кроется в условиях проведения реакции между хлоридом натрия и серной кислотой — обычно реакционную смесь нагревают. При неправильном нагревании пробирка может треснуть, и мы рискуем получить ожоги горячей серной кислотой.

В описании первых работ Вы найдете и перечень необходимого оборудования, и меры предосторожности. Но в дальнейшем, когда Вы приобретете некоторые навыки, все это вам придется делать самостоятельно.

## **Запись результатов эксперимента**

Форма записи результатов, полученных при выполнении химического эксперимента, никем не регламентирована. Но протокол эксперимента обязательно должен включать следующие пункты:

1. название эксперимента и дата его проведения;



2. цель эксперимента;
3. гипотеза (в некоторых случаях можно ее не формулировать);
4. перечень оборудования и реактивов, которые были использованы;
5. меры предосторожности при выполнении работы;
6. рисунок или схема прибора (установки);
7. подробное описание действий, которые были выполнены в ходе работы;
8. наблюдения;
9. выводы.

Если при ходе работы производились расчеты, то они обязательно должны быть отражены в отчете. В том случае, если были использованы дополнительные литературные источники (книги, справочники, кроме учебника), в отчете должна быть правильно оформленная библиографическая ссылка. Например, получение водорода и опыты с ним проводились по описанию, приведенному в тетради на печатной основе. Библиографическая ссылка будет выглядеть так: «Гара Н. Н., Зуева М. В. В химической лаборатории. — М.: Открытый мир, 1995. — С.28—32».

Оформление отчета зависит от того, какие требования предъявляются в той школе, в которой Вы учитесь. В некоторых школах тетрадный лист делят на две колонки «Что делали» и «Что наблюдали». В других к этим двум колонкам добавляют «Рисунок прибора», «Уравнения реакций» и «Выводы». Большое число колонок оказывается неудобным.



Протокол эксперимента можно оформить как последовательное описание действий и наблюдений.

Протокол эксперимента № 527

**Изучение свойств бензола** 31.12.99 г.

Цель эксперимента: Опытным путем доказать неопределенность бензола.

Гипотеза: 1. Если бензол является неопределенным соединением;

2. если все неопределенные соединения обесцвечивают бромную воду, то бензол обесцвечивает бромную воду».

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, бензол, бромная вода.

Меры предосторожности: бензол и бромная вода — яды. Нужно следить за тем, чтобы капли бензола и бромной воды не попали на кожу. Если это произойдет, сразу обратиться за помощью к учителю.

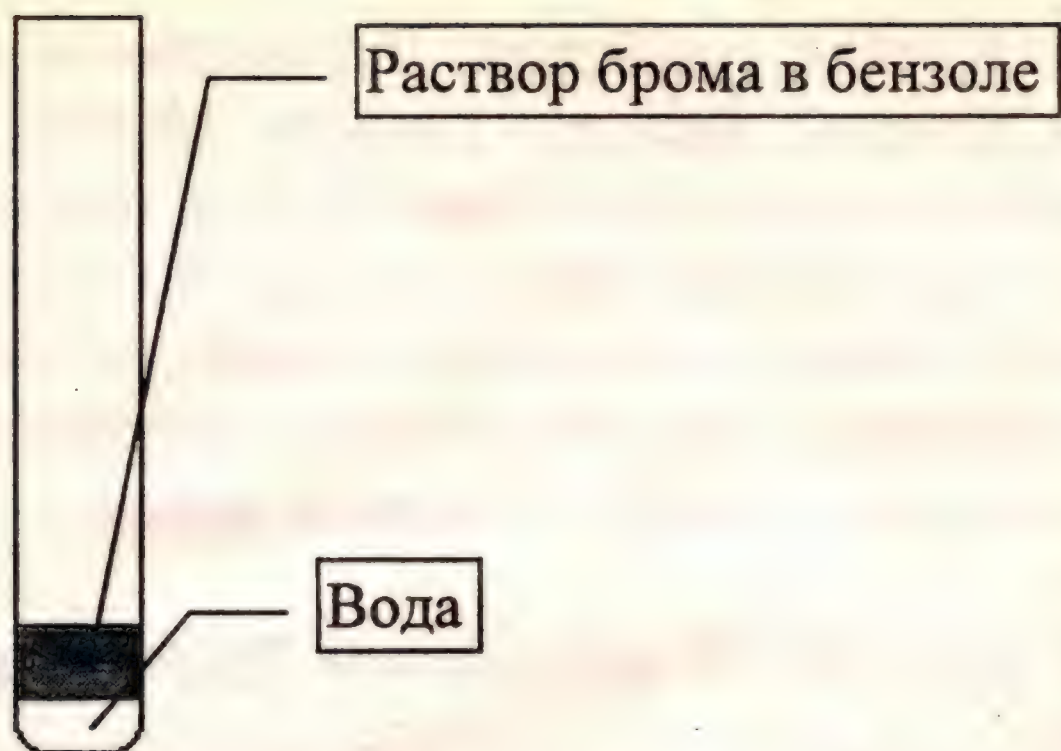
Ход работы

В пробирку налил 1 мл бензола. Бензол — бесцветная прозрачная жидкость с характерным запахом нефтепродуктов.

Добавил к бензолу 0,5 мл бромной воды. Бромная вода — прозрачная жидкость красно-бурого цвета. Имеет резкий запах, напоминающий запах хлорной извести.

Встряхнул пробирку несколько раз. Бромная вода не смешивается с бензолом. Обесцвечивания не произошло. После того, как жидкость отстоялась, и мелкие капли слились вместе, на поверхности появилось окрашенное в красно-бурый цвет кольцо. В нижней части бесцветная жидкость.





Вывод: Гипотеза не подтвердилась. Бензол не обесцвечивает бромную воду и, следовательно, не проявляет свойства непредельных соединений. Однако, судя по его формуле, — это непредельное соединение. Нужно провести дополнительные опыты.

При решении экспериментальных задач, связанных с идентификацией веществ, наблюдения удобно оформлять в виде таблицы.

В самой верхней строке таблицы записываем номера пробирок, в которых находятся определяемые вещества; в левой колонке перечисляем те реагенты, которые были использованы. В соответствующих ячейках таблицы фиксируем наблюдения.

Например, необходимо определить, в какой из трех пробирок находятся растворы хлорида натрия, сульфата натрия и карбоната натрия. Для определения этих веществ потребуются растворы нитрата серебра, хлорида бария и азотной кислоты.

Пусть при приливании раствора хлорида бария к исследуемым растворам осадки образовались в



первой и третьей пробирках. Добавление к осадкам раствора азотной кислоты вызвало «вскипание» и растворение осадка в пробирке № 1, в то время как осадок в третьей пробирке остался без изменения. Чтобы определить содержимое второй пробирки, добавляем несколько капель раствора нитрата серебра и к выпавшему осадку приливаем раствор азотной кислоты.

В таблице эти наблюдения будут зафиксированы так:

| №№ пробирок<br>Реагенты        | 1                                           | 2                             | 3                             |
|--------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $\text{BaCl}_2 + \text{HNO}_3$ | белый осадок растворяется с выделением газа | —                             | белый осадок, не растворяется |
| $\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3$ | не проводили                                | белый осадок, не растворяется | не проводили                  |
| Ответ                          | $\text{Na}_2\text{CO}_3$                    | $\text{NaCl}$                 | $\text{Na}_2\text{SO}_4$      |



## Глава 4

# Изучаем свойства веществ

Как Вы знаете, химия — это наука о веществах, их свойствах, строении, превращениях, способах получения и применения. Приступая к изучению химии, прежде всего нужно научиться правильно описывать свойства веществ. Попробуйте описать свойства хорошо знакомой вам сахарозы, которую мы обычно называем сахаром. Если Вы не знаете, как это сделать, воспользуйтесь планом.

1. Агрегатное состояние вещества при обычных условиях.
2. Цвет вещества.
3. Запах.
4. Растворимость в воде.
5. Плотность вещества (достаточно выяснить тонет вещество в воде или всплывает на поверхность).
6. Твердость (только для твердых веществ. Для определения твердости нужно воспользоваться специальным набором, который называется «Шкала твердости»).
7. Данные о температуре плавления и температуре кипения найдите в справочнике.

Часто в характеристике вещества указывают его вкус. Но в химической лаборатории нельзя пробовать вещества на вкус. Поэтому этот пункт в характеристике вещества мы пропускаем. Но, если Вы знакомы со вкусом вещества, то можете указать и эту его характеристику.



**Задание**

*Пользуясь планом, опишите свойства вещества, которое вам даст учитель.*

**Разделение смесей и очистка веществ**

Прежде чем изучать свойства вещества, необходимо очистить его от примесей. Ведь постороннее вещество может оказать значительное влияние на ход эксперимента.

Представим себе, что обычная поваренная соль, свойства которой мы хорошо знаем, содержит примесь цианида натрия. Что произойдет, если мы используем такую соль в качестве приправы к любимому блюду?

Пример, может быть, ближе к кулинарии и криминалистике, чем к химии. Но любая примесь может оказаться «ядом» для правильного вывода из проведенного эксперимента.

Способы разделения смесей зависят от того, какие вещества ее образуют. Практическая работа, которую Вы будете выполнять, основана на различии свойств поваренной соли и речного песка. Прежде чем приступать к ее выполнению, подумайте над вопросами и запишите ответы в тетрадь.

**Вопросы**

1. Какими физическими свойствами обладает поваренная соль? Опишите их. В случае затруднений воспользуйтесь планом:



- Каков цвет поваренной соли?
  - Растворяется ли поваренная соль в воде?
  - Что происходит с раствором поваренной соли при длительном нагревании?
2. Какими физическими свойствами обладает речной песок?
  3. Что произойдет, если мутный раствор пропустить через фильтр? Учтите, что муть — это мельчайшие частицы твердого вещества, которое не растворяется в воде.
  4. Как, используя различие в свойствах поваренной соли и речного песка, разделить смесь этих веществ? Составьте план ваших действий и запишите его в тетрадь.
  5. Какое оборудование вам потребуется для разделения смеси поваренной соли и речного песка?
  6. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при разделении смеси этих веществ?

## **Эксперимент № 2**

### **Очистка медного купороса перекристаллизацией**

#### **Меры предосторожности**

Работа с нагре-  
вательными  
приборами

#### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.



3. Не переносите горящую спиртовку с места на место

## II. Газовая горелка:

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

## III. Электронагреватель:

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.

### Нагревание

1. Не нагревайте химический стакан на голом огне. Используйте асбестовую сетку (огнезащитную прокладку).

### Упаривание

1. При упаривании растворов не забудьте прикрыть фарфоровую чашку для выпаривания стеклянной воронкой.
2. Не выпаривайте жидкость досуха. Как только увидите обра-



зование кристаллов на стенках чашки для выпаривания, прекратите нагревание раствора.

**Оборудование:**

1. Штатив лабораторный с кольцом и лапкой.
2. Химический стакан.
3. Асбестовая сетка или огнезащитная прокладка.
4. Стеклянная палочка.
5. Фарфоровая чашка для выпаривания.
6. Шпатель (ложка).
7. Воронка.
8. Фильтр.
9. Газовая горелка или спиртовка.
10. Спички

**Вещества:**

1. Медный купорос.
2. Вода

**Ход работы**

1. Соберите штатив. Положите на кольцо асбестовую сетку (огнезащитную прокладку).
2. Налейте в химический стакан 20 мл воды. Поставьте его на асбестовую сетку (огнезащитную прокладку).
3. Нагрейте воду почти до кипения.
4. Растворите в горячей воде выданный вам образец медного купороса. Для ускорения растворения перемешивайте раствор стеклянной палочкой. *Ис-*



*пользуйте тот конец палочки, на который надето резиновое кольцо!*

5. Пока раствор остывает, сложите фильтр и вложите его в воронку.
6. Отфильтруйте остывший раствор в фарфоровую чашку для выпаривания.
7. Упарьте фильтрат. Для этого:
  - снимите с кольца асбестовую сетку (огнезащитную прокладку);
  - установите на кольце фарфоровую чашку с фильтратом;
  - над фарфоровой чашкой закрепите стеклянную воронку так, чтобы ее стебель был направлен вверх, а между чашкой и воронкой был небольшой зазор;
  - нагревайте жидкость до тех пор, пока на стенках чашки не появятся кристаллы медного купороса.
8. Составьте отчет о проделанной работе.

### **Эксперимент № 3**

#### **Очистка загрязненной поваренной соли**

#### **Меры предосторожности**

Работа с нагревательным и приборами

##### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.



3. Не переносите горящую спиртовку с места на место

II. Газовая горелка:

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

III. Электронагреватель:

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.

Нагревание

1. Дно фарфоровой чашки должно находиться в верхней части пламени.
2. Если Вы проводите нагревание на спиртовке, следите за тем, чтобы дно фарфоровой чашки не касалось фитиля.
3. Во время упаривания фильтрата прикройте чашку для выпаривания стеклянной воронкой, чтобы предохранить себя от горячих брызг раствора.



Работа  
стеклом

- со 1. Для перемешивания жидкости в стакане используйте тот конец стеклянной палочки, на который надет кусок резиновой трубки.
2. Закрепляя воронку в лапке штатива, не закручивайте сильно винт, чтобы не раздавить воронку.

**Оборудование:**

1. Штатив лабораторный с лапкой и кольцом.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Два химических стакана.
4. Стеклянная палочка.
5. Воронка.
6. Асбестовая сетка  
(огнезащитная прокладка).
7. Шпатель (ложка).
8. Фильтр.
9. Промывалка с водой.
10. Фарфоровая чашка для выпаривания.
11. Тигельные щипцы.
12. Ножницы.
13. Спички.

**Вещества:**

Смесь поваренной соли с речным песком.



## Ход работы

1. В химический стакан поместите 2—3 ложки загрязненной поваренной соли.
2. Налейте в этот же стакан воду из промывалки так, чтобы стакан был заполнен приблизительно на  $1/2$  его объема.
3. Перемешайте стеклянной палочкой. *Используйте ту часть палочки, на которую надето резиновое кольцо!*
4. Сложите фильтр. Если Вам выдан готовый фильтр, то сложите его пополам и, не разворачивая, — еще раз пополам. Разверните полученный конус, чтобы с одной стороны был один слой бумаги, а с другой — три слоя. Вложите фильтр в воронку.

Если Вы получили квадратный лист фильтровальной бумаги, то сложите его вчетверо, то есть пополам и еще раз пополам. Свободный угол полученного квадрата обрежьте по дуге круга. Отделив один слой бумаги, расправьте готовый фильтр, который примет вид конуса, одна половина которого состоит из трех слоев бумаги, а другая из одного. Вложите фильтр в воронку.

5. Проверьте правильность положения фильтра в воронке: он должен плотно прилегать к стенкам воронки и не доходить до ее края примерно на 0,5 см.
6. Смочите фильтр водой из промывалки.
7. Установите воронку в кольцо штатива. Стебель воронки должен касаться стенки стакана - приемника.



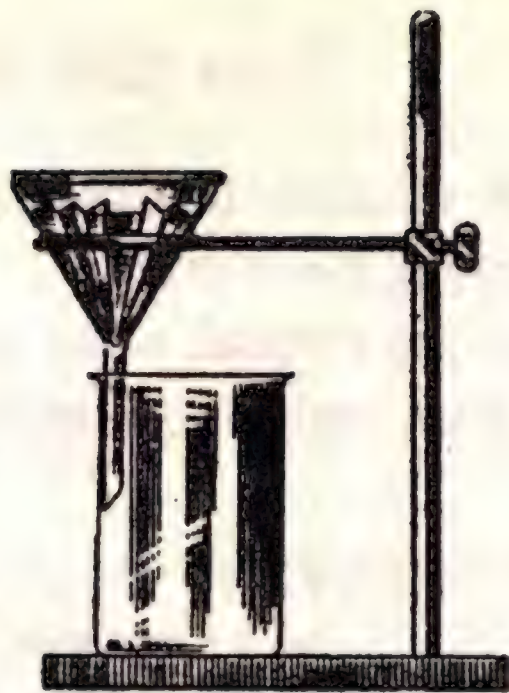


**Рисунок 39. Стебель воронки касается стенки стакана**

8. Держите стеклянную палочку так, чтобы ее конец был направлен на тройной слой фильтровальной бумаги.
9. Аккуратно наливайте фильтруемую жидкость по палочке. Следите за тем, чтобы жидкость не доходила до края фильтра.
10. Перелейте фильтрат в фарфоровую чашку для выпаривания.
11. Поставьте чашку на кольцо штатива.
12. В лапке штатива закрепите воронку так, чтобы ее стебель был направлен вверх.
13. Опустите лапку штатива с воронкой, чтобы она была чуть-чуть выше чашки для выпаривания.
14. Зажгите спиртовку (газовую горелку). Поставьте ее под чашку для выпаривания.
15. Упаривайте жидкость до тех пор, пока на стенках чашки не появятся первые кристаллы.
16. Погасите спиртовку (газовую горелку).



17. С помощью тигельных щипцов снимите чашку и поставьте ее на асбестовую сетку (огнезащитную прокладку)

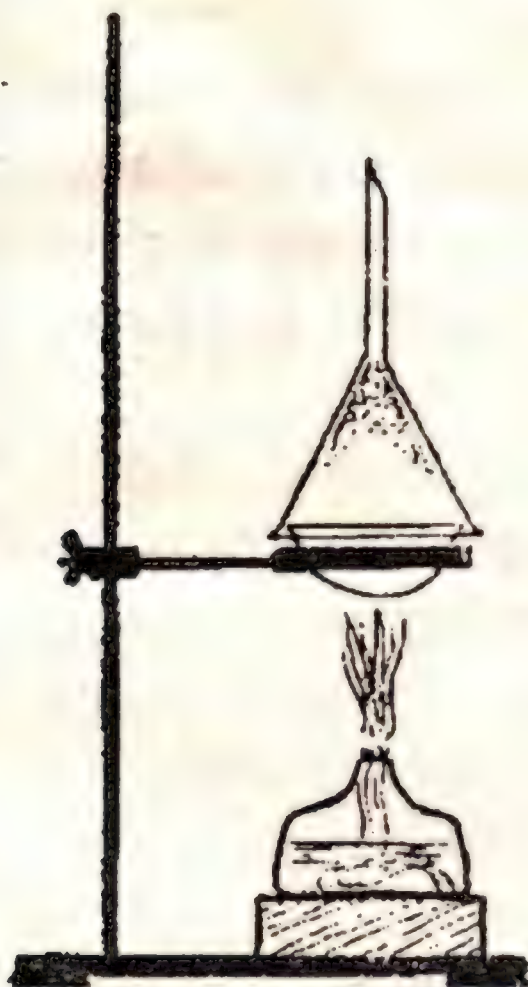


**Рисунок 40. Воронка предохранит вас от горячих брызг**

18. Оформите отчет о работе.

### **Эксперимент № 4**

#### **Физические явления**

1. Возьмите стеклянную трубку за концы двумя руками.
2. Внесите среднюю часть трубки в пламя спиртовки (газовой горелки). Не забудьте, что самая горячая часть пламени — верхняя.
3. Вращайте трубку, не вынося ее из пламени.
4. Через 3—4 минуты попробуйте согнуть трубку, но прилагайте чрезмерных усилий.



5. Положите трубку на асбестовую сетку (огнезащитную прокладку). *Будьте осторожны: горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного!*
6. Положите в тигель небольшой кусочек парафина.
7. Возьмите тигель тигельными щипцами.
8. Внесите тигель в верхнюю часть пламени и внимательно наблюдайте за происходящими изменениями.
9. Поставьте тигель на асбестовую сетку (огнезащитную прокладку). Погасите спиртовку (газовую горелку).
10. Когда тигель остынет, рассмотрите вещество, которое находится в тигле.
11. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Эксперимент № 5

#### **Химические явления**

1. Возьмите медную пластину или проволоку тигельными щипцами.
2. Внесите ее в верхнюю часть пламени спиртовки (газовой горелки).
3. Через 2—3 минуты выньте пластинку из пламени и счистите с нее ножом или лучинкой черный налет. Счищать вещество нужно не на стол, а на чистый лист бумаги.
4. Сравните образовавшееся вещество с медью.
5. В химический стакан положите 2—3 кусочка мрамора. Будьте осторожны: не разбейте дно стакана.
6. Налейте в стакан соляной кислоты, чтобы кусочки мрамора были полностью закрыты жидкостью.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## **Приготовление растворов**

### **Истинные растворы**

#### **Эксперимент № 6**

#### **Растворение твердых веществ в воде**

1. Возьмите две пробирки и пронумеруйте их. Для этого воспользуйтесь специальным карандашом для письма по стеклу.
2. В первую пробирку насыпьте 0,5 г нитрата калия, во вторую поместите такую же массу хлорида натрия.
3. Добавьте в каждую пробирку по 5 мл воды.
4. С помощью стеклянной палочки перемешайте содержимое растворов. Размешивайте осторожно, чтобы не разбить пробирку.
5. Посмотрите, в какой пробирке вещество растворилось полностью. Добавляйте это вещество в раствор до тех пор, пока оно не перестанет растворяться.
6. Запишите наблюдения. Сделайте вывод о растворимости нитрата калия и хлорида натрия.

#### **Эксперимент № 7**

#### **Изменение растворимости при разных температурах**

1. Приготовьте в двух пробирках насыщенные растворы нитрата калия и хлорида натрия (смотри эксперимент № 3).
2. Нагрейте пробирку с раствором нитрата калия до кипения, но не кипятите. Если твердое вещество



на дне пробирки растворится, добавляйте его небольшими порциями до тех пор, пока растворение не прекратится.

3. Повторите этот опыт с раствором хлорида натрия.
4. Запишите наблюдения. Сделайте вывод об изменении растворимости солей с увеличением температуры.

### **Эксперимент № 8**

#### **Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества**

### ***Меры предосторожности***

Работа с нагревательными приборами

#### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.
3. Не переносите горящую спиртовку с места на место

#### **II. Газовая горелка:**

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и



вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

### III. Электронагреватель:

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.

#### Нагревание

1. Не нагревайте химический стакан на голом огне. Используйте асбестовую сетку (огнезащитную прокладку).

#### Работа со стеклом

1. Помните, что горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного.

#### Оборудование:

1. Штатив лабораторный с кольцом.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Два химических стакана.
4. Весы с разновесами.
5. Мерный цилиндр.
6. Промывалка.
7. Асбестовая сетка (огнезащитная прокладка).
8. Шпатель (ложка).
9. Стеклянная палочка с резиновым кольцом.



10. Дробь (бисер).

11. Спички.

**Вещества:**

1. Кристаллическая соль.

2. Вода

### Ход работы

1. Рассчитайте массу соли, необходимую для приготовления раствора.
2. Рассчитайте массу, а затем и объем воды, необходимый для приготовления раствора.
3. С помощью мерного цилиндра отмерьте рассчитанный объем воды.
4. Перелейте воду в химический стакан.
5. Положите на кольцо штатива асбестовую сетку (огнезащитную прокладку) и поставьте на нее стакан с водой.
6. Зажгите спиртовку (газовую горелку).
7. Нагрейте воду, но не кипятите!
8. Пока вода нагревается, соберите весы: ввинтите металлический стержень в основание, закрепите на нем муфту и в муфте закрепите коромысло весов с чашками.
9. На левую чашку поставьте чистый сухой химический стакан и уравновесьте весы с помощью дроби.
10. Возьмите необходимую навеску соли.
11. Погасите спиртовку (газовую горелку).
12. Перенесите навеску в воду.
13. Перемешивайте раствор стеклянной палочкой до тех пор, пока вся соль не растворится.



14. Оформите отчет о работе.

### **Эксперимент № 9**

#### **Приготовление раствора с заданной молярной концентрацией растворенного вещества**

##### **Оборудование:**

1. Штатив лабораторный с кольцом.
2. Химический стакан (бюкс).
3. Весы с разновесами.
4. Мерная колба.
5. Промывалка.
6. Шпатель (ложка).
7. Воронка.
8. Дробь (бисер).
9. Пипетка.

##### **Вещества:**

1. Кристаллическая соль.
2. Вода

### **Ход работы**

1. Рассчитайте массу соли, необходимую для приготовления раствора.
2. Соберите весы: ввинтите металлический стержень в основание, закрепите на нем муфту и в муфте закрепите коромысло весов с чашками.



3. На левую чашку поставьте чистый сухой химический стакан (бюкс) и уравновесьте весы с помощью дробы.
4. Возьмите необходимую навеску соли.
5. Перенесите навеску в мерную колбу, используя воронку.
6. С помощью промывалки смойте с воронки мелкие кристаллики соли.
7. Наполните мерную колбу приблизительно на  $1/4$  ее объема водой.
8. Перемешивайте жидкость в мерной колбе. Для этого вращайте колбу, не отрывая ее дна от поверхности стола.
9. Когда вся соль растворится, осторожно добавляйте воду из промывалки. Последние капли воды добавляйте пипеткой.
10. Закройте колбу пробкой и несколько раз переверните. После каждого переворачивания открывайте колбу.
11. Оформите отчет о работе.

## **Коллоидные растворы**

### **Эксперимент № 10**

#### **Получение коллоидного раствора при механическом измельчении**

1. Взболтайте в пробирке немного крахмала и полученную взвесь профильтруйте.
2. Испытайте фильтрат на наличие крахмала.



3. Насыпьте немного крахмала в ступку, смочите его дистиллированной водой так, чтобы получилось густое тесто.
4. Растирайте крахмал пестиком. Время от времени отбирайте пробу крахмала в стакан, добавляйте дистиллированной воды и испытывайте на наличие крахмала в фильтрате.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 11**

#### **Получение коллоидного раствора гидролизом солей**

1. В большой стакан налейте 250 мл дистиллированной воды.
2. Нагрейте воду (не на голом огне!) до кипения.
3. Добавляйте по каплям при интенсивном перемешивании светло-желтый раствор хлорида железа(III) в кипящую воду. Всего нужно добавить 6—7 капель.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 12**

#### **Получение коллоидного раствора окислительно-восстановительной реакцией**

1. К 100 мл очень разбавленного раствора нитрата серебра добавьте 2—5 капель раствора танина.
2. К полученной смеси добавьте дополнительно 1—2 капли раствора карбоната натрия. Перемешайте стеклянной палочкой.
3. Нагрейте раствор.



4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 13**

#### **Получение коллоидного раствора реакцией обмена**

1. В химический стакан налейте 5 мл раствора гексацианоферрата(II) калия и добавьте к нему столько воды, чтобы получился светло-желтый раствор.
2. В другом химическом стакане таким же способом приготовьте светло-желтый раствор хлорида железа(III).
3. При интенсивном перемешивании добавьте к первому раствору 3—4 капли раствора хлорида железа(III).
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 14**

#### **Коагуляция коллоидных растворов**

1. Налейте в три пробирки по 2 мл полученного вами коллоидного раствора гидроксида железа(III).
2. В первую пробирку прилейте раствор сульфата аммония.
3. Во вторую пробирку прилейте раствор хлорида бария.
4. В третью пробирку добавьте немного раствора хлорида кальция.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## **Свойства оксидов**

### **Химические свойства основных оксидов**

#### **Эксперимент № 15**

##### **Взаимодействие основных оксидов с водой**

**Реактивы и оборудование:** оксид кальция, оксид железа(III), оксид меди(II), раствор метилового оранжевого, вода, три пробирки, штатив для пробирок.

##### **Меры предосторожности:**

Оксид кальция — едкое вещество. Если оно попадет на кожу, то его следует снять с кожи пинцетом или тампоном, смоченным минеральным или растительным маслом. **ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ВОДОЙ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!** После удаления с кожи травмирующего вещества пораженный участок омывают растворами уксусной кислоты или гидрокарбоната натрия ( $\omega = 2\%$ ), затем ополаскивают водой и накладывают повязку с риванолом или фурацилином.

##### **Ход работы:**

1. Поместите в пробирку немного оксида кальция (не больше половины спичечной головки). Рассмотрите его.
2. Осторожно добавьте в пробирку воду так, чтобы ее объем не превышал  $1/3$  объема пробирки.
3. Перемешайте содержимое пробирки.
4. Добавьте к полученному раствору раствор метилового оранжевого.



5. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.
6. Повторите действия 1—5, заменив оксид кальция на оксид железа(III).
7. Повторите действия 1—5, заменив оксид кальция на оксид меди(II).
8. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

### **Эксперимент № 16**

#### **Взаимодействие основных оксидов с кислотами**

**Реактивы и оборудование:** оксид кальция, оксид железа(III), раствор соляной кислоты, раствор азотной кислоты, четыре пробирки, штатив для пробирок, держатель для пробирок, спиртовка (газовая горелка), спички.

#### **Меры предосторожности:**

При выполнении этого опыта нужно быть осторожным не только с оксидом кальция, но и с растворами кислот, особенно азотной. При попадании на кожу, кислоты вызывают болезненные ожоги.

После удаления видимых капель сухим ватным тампоном промойте пораженное место широкой струей прохладной воды. Запрещается обрабатывать пораженный участок увлажненным тампоном.

#### **Ход работы:**

1. Поместите в пробирку немного оксида кальция (не больше половины спичечной головки). Рассмотрите его.



2. Осторожно добавьте в пробирку раствор соляной кислоты так, чтобы ее объем не превышал  $1/5$  объема пробирки.
3. Перемешайте содержимое пробирки.
4. Если оксид кальция не растворяется, слегка подогрейте содержимое пробирки, но не кипятите.
5. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.
6. Повторите действия 1—5, заменив оксид кальция на оксид железа(III).
7. Повторите действия 1—5, взяв для реакции оксид железа(III) и раствор азотной кислоты.
8. Повторите действия 1—5, взяв для реакции оксид железа(III) и раствор азотной кислоты.
9. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

## **Химические свойства кислотных оксидов**

### **Эксперимент № 17**

#### ***Взаимодействие кислотных оксидов с водой***

**Реактивы и оборудование:** оксид фосфора(V), оксид кремния(IV), вода, две пробирки, штатив для пробирок, держатель для пробирок, спиртовка (газовая горелка), спички.

#### ***Меры предосторожности:***

При выполнении этого опыта нужно быть осторожным с оксидом фосфора, так как при попадании на кожу он может болезненные ожоги. Если такое случится, то немедленно обратитесь к учителю.

При нагревании не забудьте прогреть сначала всю пробирку и только после этого нагревайте само



вещество. Следите за тем, чтобы пламя не касалось границы раздела «жидкость — воздух», иначе пробирка треснет. При работе со спиртовкой кроме этого нужно следить за тем, чтобы горячая пробирка не коснулась фитиля.

### ***Ход работы:***

1. Поместите в пробирку немного оксида фосфора(V) (не больше половины спичечной головки). Рассмотрите его.
2. Осторожно добавьте в пробирку воду так, чтобы ее объем не превышал  $1/4$  объема пробирки.
3. Перемешайте содержимое пробирки.
4. Повторите опыт, заменив оксид фосфора(V) на оксид кремния(IV). Если реакция не пойдет, то попробуйте нагреть содержимое пробирки, но не кипятите.
5. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнения реакций и сделайте рисунки.
6. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

### **Эксперимент № 18**

#### ***Взаимодействие кислотных оксидов с основаниями***

***Реактивы и оборудование:*** оксид фосфора(V), оксид кремния(IV), раствор гидроксида натрия, две пробирки, штатив для пробирок, держатель для пробирок, спиртовка (газовая горелка), спички.

#### ***Меры предосторожности:***

При выполнении этого опыта нужно быть осторожным с оксидом фосфора, так как при попадании на кожу он может болезненные ожоги.



Раствор гидроксида натрия — очень едкое вещество. Поэтому при работе с ним нужно соблюдать особую осторожность.

При попадании этих веществ на кожу немедленно обратитесь к учителю.

Нагревая вещества, не забудьте прогреть сначала всю пробирку и только после этого нагревайте само вещество. Следите за тем, чтобы пламя не касалось границы раздела «жидкость — воздух», иначе пробирка треснет. При работе со спиртовкой кроме этого нужно следить за тем, чтобы горячая пробирка не коснулась фитиля.

#### ***Ход работы:***

1. Поместите в пробирку немного оксида фосфора(V) (не больше половины спичечной головки). Рассмотрите его.
2. Осторожно добавьте в пробирку раствор гидроксида натрия так, чтобы его объем не превышал  $\frac{1}{4}$  объема пробирки.
3. Перемешайте содержимое пробирки.
4. Повторите опыт, заменив оксид фосфора(V) на оксид кремния(IV). Если реакция не пойдет, то попробуйте нагреть содержимое пробирки, но не кипятите.
5. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнения реакций и сделайте рисунки.
6. Запишите вывод из проведенного эксперимента.



## **Свойства кислот**

### **Эксперимент № 19**

#### **Взаимодействие кислот с индикаторами**

**Реактивы и оборудование:** раствор соляной кислоты, раствор серной кислоты, раствор азотной кислоты, раствор ортофосфорной кислоты, раствор метилового оранжевого, раствор лакмуса, восемь пробирок, штатив для пробирок.

#### **Меры предосторожности:**

Аккуратно работайте с растворами кислот. При попадании кислоты на кожу немедленно обратитесь к учителю.

#### **Ход работы:**

1. В четыре пробирки налейте по 1 мл (приблизительно 1 см по высоте пробирки) растворов соляной, серной, азотной и ортофосфорной кислот.
2. К каждому из растворов добавьте по 2—3 капли раствора метилового оранжевого.
3. Запишите наблюдения.
4. Повторите опыт, заменив раствор метилового оранжевого на раствор лакмуса.
5. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

### **Эксперимент № 20**

#### **Взаимодействие кислот с металлами**

**Реактивы и оборудование:** раствор соляной кислоты, раствор серной кислоты, гранулированный цинк, медные стружки или медная проволока, четыре про-



бирки, штатив для пробирок, держатель для пробирок, спиртовка (газовая горелка), спички.

***Меры предосторожности:***

Аккуратно работайте с растворами кислот. При попадании кислоты на кожу немедленно обратитесь к учителю.

***Ход работы:***

1. В пробирку аккуратно поместите 1 гранулу цинка.
2. В нее же налейте 2—3 мл (приблизительно 3 см по высоте пробирки) раствора соляной кислоты.
3. Запишите наблюдения, при необходимости составив уравнение реакции и сделав рисунок.
4. Повторите опыт в другой пробирке, заменив раствор соляной кислоты на раствор серной кислоты.
5. Сразу после опыта опишите его.
6. В третью пробирку поместите медные стружки (медную проволоку).
7. В нее же налейте 2—3 мл (приблизительно 3 см по высоте пробирки) раствора соляной кислоты.
8. Если признаков реакции нет, попробуйте подогреть содержимое пробирки, но не кипятите жидкость.
9. В четвертой пробирке попробуйте провести реакцию между медью и раствором серной кислоты.
10. Запишите вывод из проведенного эксперимента.



## **Эксперимент № 21**

### **Реакция обмена между оксидом меди(II) и серной кислотой**

#### ***Меры предосторожности***

Работа с нагревательными приборами

#### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.
3. Не переносите горящую спиртовку с места на место

#### **II. Газовая горелка:**

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

#### **III. Электронагреватель:**

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с



напряжением 42 В.

### Нагревание

1. Не нагревайте химический стакан на голом огне. Используйте асбестовую сетку (огнезащитную прокладку).

### Работа со стеклом

1. Помните, что горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного.

### Работа с едкими веществами

1. При наливании кислоты соблюдайте осторожность: стакан и склянку с кислотой держите над столом.
2. Держите склянку так, чтобы этикетка была повернута внутрь ладони.
3. Если Вы случайно прольете кислоту, немедленно обратитесь к учителю или лаборанту.

### Оборудование:

1. Штатив лабораторный с кольцом.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Два химических стакана.
4. Пробирка
5. Стеклянная пластинка.
6. Асбестовая сетка (огнезащитная прокладка).



7. Шпатель (ложка).
8. Стеклянная палочка с резиновым кольцом.
9. Тигельные щипцы.
10. Спички.
11. Пипетка (капилляр).

**Вещества:**

1. Раствор серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Оксид меди(II) в порошке  $\text{CuO}$ .

**Ход работы**

1. Налейте в химический стакан около 10 мл раствора серной кислоты (приблизительно  $\frac{2}{3}$  пробирки).
2. Положите на кольцо штатива асбестовую сетку (огнезащитную прокладку) и поставьте на нее стакан с кислотой.
3. Зажгите спиртовку (газовую горелку).
4. Нагрейте кислоту, но не кипятите!
5. Добавьте в горячий раствор серной кислоты одну ложку оксида меди(II).
6. Перемешивайте раствор стеклянной палочкой до тех пор, пока весь оксид меди(II) не растворится.
7. Добавляйте небольшими порциями оксид меди(II) только после растворения предыдущей порции.
8. Когда очередная порция оксида меди(II) перестанет растворяться, отставьте спиртовку (газовую горелку) в сторону.



9. С помощью пипетки (капилляра) поместите 1—2 капли полученного раствора на стеклянную пластинку.
10. Держите стеклянную пластинку тигельными щипцами высоко над пламенем.
11. Погасите спиртовку (газовую горелку).
12. Оформите отчет о работе.

## **Свойства оснований**

### **Эксперимент № 22**

#### **Взаимодействие оснований с индикаторами**

**Реактивы и оборудование:** раствор гидроксида натрия, раствор гидроксида кальция, раствор метилового оранжевого, раствор лакмуса, раствор фенолфталеина, шесть пробирок, штатив для пробирок.

#### **Меры предосторожности:**

Аккуратно работайте с растворами щелочей. При попадании щелочи на кожу немедленно обратитесь к учителю.

#### **Ход работы:**

1. В две пробирки налейте по 1 мл (приблизительно 1 см по высоте пробирки) растворов гидроксида натрия и гидроксида кальция.
2. К каждому из растворов добавьте по 2—3 капли раствора метилового оранжевого.
3. Запишите наблюдения.
4. Повторите опыт, заменив раствор метилового оранжевого на раствор лакмуса.



5. Повторите опыт, взяв в качестве индикатора раствор фенолфталеина.
6. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

### **Эксперимент № 23**

#### **Взаимодействие оснований с кислотами**

**Реактивы и оборудование:** раствор гидроксида кальция, гидроксид меди(II), раствор соляной кислоты, раствор серной кислоты, раствор лакмуса, четыре пробирки, штатив для пробирок, пипетка.

#### **Меры предосторожности:**

Аккуратно работайте с растворами кислот и щелочей. При попадании раствора на кожу немедленно обратитесь к учителю.

#### **Ход работы:**

1. Возьмите одну из пробирок с гидроксидом меди(II). Рассмотрите вещество и опишите его по плану:
  - цвет,
  - агрегатное состояние,
  - растворимость в воде.
2. Добавьте в эту пробирку раствор соляной кислоты так, чтобы объем жидкости был не более  $1/4$  пробирки.
3. Запишите наблюдения. При необходимости составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.
4. Во вторую пробирку с гидроксидом меди(II) прилейте раствор серной кислоты. Не забудьте описать то, что увидели.



5. В третью пробирку налейте 1 мл раствора гидроксида кальция, добавьте 2—3 капли раствора лакмуса.
6. В эту же пробирку добавляйте по каплям раствор соляной кислоты (для этого воспользуйтесь пипеткой). После добавления каждой капли встряхивайте пробирку.
7. Запишите наблюдения. При необходимости составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.
8. Повторите действия 5—7, заменив раствор соляной кислоты раствором серной кислоты.
9. Запишите вывод из проведенного эксперимента.

## **Свойства амфотерных гидроксидов**

### **Эксперимент № 24**

#### ***Взаимодействие гидроксида цинка с растворами кислот и оснований***

1. В две пробирки налейте по 1 мл раствора сульфата цинка.
2. В каждую пробирку добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия до тех пор, пока не образуется осадок.
3. В первую пробирку прилейте раствор соляной кислоты до полного растворения осадка.
4. Во вторую пробирку прилейте раствор гидроксида натрия до полного растворения осадка.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## **Свойства солей**

### **Эксперимент № 25**

#### **Разложение основного карбоната меди**

1. Подберите к пробирке пробку с газоотводной трубкой. Проверьте герметичность собранного прибора.
2. Насыпьте в пробирку порошок основного карбоната меди  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  (не более  $1/5$  объема пробирки). Закройте пробкой с газоотводной трубкой.
3. Закрепите собранный прибор в штативе так, как это показано на рисунке.
4. Прогрейте всю пробирку, затем сосредоточьте нагревание на дне пробирки. По мере изменения окраски основного карбоната меди передвигайте спиртовку (газовую горелку) к отверстию пробирки.
5. Опустите газоотводную трубку в пробирку с раствором гидроксида кальция.
6. Следите за изменениями, которые происходят с основным карбонатом меди, с раствором гидроксида кальция. Обратите внимание на внутренние стенки пробирки около пробки.



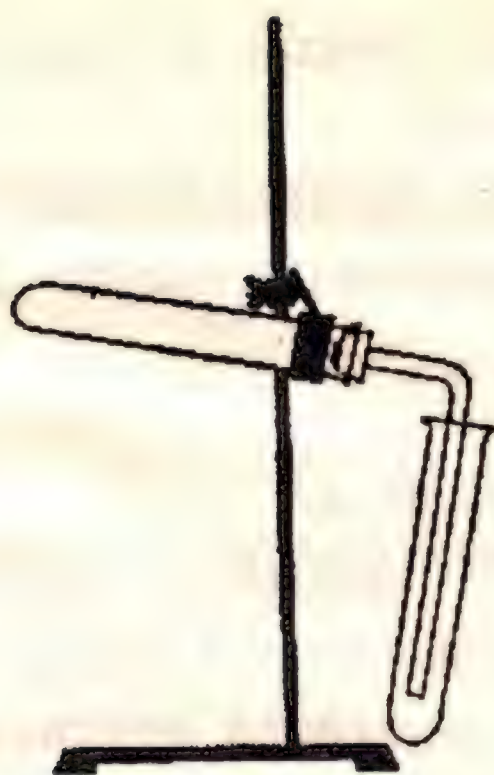


**Рисунок 41. Прибор для разложения основного карбоната меди**

7. Выньте газоотводную трубку из пробирки, в которой находился раствор гидроксида кальция.
8. Прекратите нагревание.

### **Эксперимент № 26**

#### ***Взаимодействие медного купороса с железом***

1. Возьмите две пробирки и в каждую из них налейте по 4—5 мл раствора сульфата меди(II). Одну поставьте в штатив для пробирок. В дальнейшем она будет нужна для сравнения окраски растворов («свидетель»).
2. Во вторую пробирку насыпьте немного железных опилок. Порошок железа лучше не брать, так как от него раствор станет мутным.
3. Перемешивайте содержимое пробирки до тех пор, пока не исчезнет синяя окраска раствора.



4. Прикоснитесь рукой к нижней части пробирки. Что ощущаете?
5. Отфильтруйте раствор и сравните цвет фильтрата с цветом исходного раствора.

### **Эксперимент № 27**

#### ***Получение сатурнова дерева***

1. Налейте в химический стакан на 100 мл около 10 мл 4%-ного раствора ацетата свинца (свинцовая примочка, которая продается в аптеке). Долейте дистиллированную воду почти доверху.
2. На края стакана положите карандаш (не круглый!) и на него повесьте цинковую пластинку длиной 7 см и шириной 1 см.
3. Напишите на стакане свою фамилию и сдайте его лаборанту.
4. На следующем уроке осторожно выньте пластинку из раствора и внимательно рассмотрите ее.

### **Эксперимент № 28**

#### ***Взаимодействие солей с кислотами***

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида бария и прилейте к нему несколько капель раствора серной кислоты.
2. Во вторую пробирку аккуратно положите небольшой кусочек мрамора (карбонат кальция) и прилейте несколько капель соляной кислоты.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснения. Не забудьте об уравнениях реакций.



### **Эксперимент № 29**

#### **Взаимодействие солей со щелочами**

1. В две пробирки налейте по 1 мл раствора сульфата меди(II). В первую пробирку добавьте несколько капель раствора гидроксида натрия, а во вторую — столько же капель раствора гидроксида калия.
2. Запишите наблюдения и дайте им объяснения. Не забудьте об уравнениях реакций.

### **Эксперимент № 30**

#### **Гидролиз солей**

1. Положите на белый лист полоску универсальной индикаторной бумаги.
2. С помощью пипетки нанесите на нее каплю раствора карбоната натрия.
3. Повторите опыт с растворами сульфида натрия, хлорида аммония, сульфата цинка, хлорида натрия и сульфата калия.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.
5. В пробирку налейте 2 мл раствора хлорида железа(III). Добавьте к раствору немного (на кончике шпателя) порошка магния. Почему в результате реакции не образуется железо, а выделяется какой-то газ? Что это за газ?



## **Свойства химических элементов и их соединений**

### **Водород**

#### **Информация к размышлению...**

Водород как простое вещество представляет собой бесцветный газ, не имеющий ни запаха, ни вкуса. Он практически не растворяется в воде, но очень хорошо растворяется в некоторых металлах, например в платине. Не ядовит.

Водород в большинстве случаев проявляет восстановительные свойства. Со многими газами - окислителями водород образует взрывоопасные смеси. Смесь водорода с кислородом называется гремучим газом.

При работе с водородом нужно соблюдать особую осторожность: следить за тем, чтобы рядом с прибором для получения водорода не было открытого огня, перед экспериментом обязательно проверять водород на чистоту.

#### **Эксперимент № 31**

#### **Получение водорода и изучение его свойств**

#### **Меры предосторожности**

Работа с нагретыми приборами

##### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.
3. Не переносите горящую спир-



товку с места на место

4. Горящая спиртовка должна находиться как можно дальше от прибора для получения газов.

## II. Газовая горелка:

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.
4. Горящая газовая горелка должна находиться как можно дальше от прибора для получения газов.

## III. Электронагреватель:

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.

## Нагревание

1. Не забудьте прогреть пробирку. Для этого пробирку, закрепленную в лапке штатива, медленно проведите сквозь пламя от доньшка до отверстия и об-



ратно. Эту операцию повторите несколько раз, чтобы стекло равномерно прогрелось. Признаком прогрева стекла можно считать исчезновение запотевания на стенках пробирки.

2. Дно пробирки должно находиться в верхней части пламени.
3. Если Вы проводите нагревание на спиртовке, следите за тем, чтобы дно пробирки не касалось фитиля.

#### Работа со стеклом

1. Помните, что горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного.
2. Закрепляя пробирку в лапке штатива, не закручивайте сильно винт. При нагревании стекло расширяется и пробирка может треснуть.

#### Работа с едкими веществами

1. При наливании кислоты в прибор для получения газов соблюдайте осторожность: прибор и склянку с кислотой держите над столом.
2. Держите склянку так, чтобы этикетка была повернута внутрь ладони.



3. Если Вы случайно прольете кислоту, немедленно обратитесь к учителю или лаборанту.

**Работа с газами**

1. Перед выполнением опытов с водородом не забудьте проверить его на чистоту.

**Оборудование:**

1. Штатив лабораторный с лапкой.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Химический стакан.
4. Стеклянная пластинка.
5. Три пробирки.
6. Асбестовая сетка  
(огнезащитная прокладка).
7. Шпатель (ложка).
8. Прибор для получения газов.
9. Промывалка с водой.
10. Тигельные щипцы.
11. Спички.
12. Лучинка.
13. Зажим.
14. Пробка без отверстия.
15. Пипетка (капилляр).

**Вещества:**

1. Раствор соляной кислоты  $\text{HCl}$ .
2. Цинк гранулированный  $\text{Zn}$ .
3. Оксид меди(II) в порошке  $\text{CuO}$ .



## Ход работы

1. Проверьте прибор на герметичность. Закройте воронку прибора пробкой, откройте зажим и опустите конец газоотводной трубки в стакан с водой. Плотнo обхватите ладонью пробирку прибора и внимательно следите за появлением пузырьков воздуха.
2. Выньте пробку из воронки прибора. Откройте прибор, не вытаскивая до конца стебель воронки.
3. Поместите на кольцо 2—3 гранулы цинка. Закройте прибор.
4. Налейте в воронку раствор соляной кислоты так, чтобы гранулы цинка были полностью закрыты жидкостью.
5. Поставьте прибор в химический стакан.
6. Наденьте на газоотводную трубку пробирку. Ее дно должно быть направлено вверх.
7. Пока пробирка наполняется водородом, возьмите сухую чистую пробирку и насыпьте в нее 1 ложку оксида меди(II).
8. Закрепите пробирку с оксидом меди(II) в лапке штатива почти горизонтально, но с легким наклоном в сторону отверстия.
9. Зажгите спиртовку (газовую горелку).
10. Снимите пробирку, наполненную водородом, с газоотводной трубки прибора для получения газов.
11. Не переворачивая пробирку отверстием вверх, быстро поднесите ее к спиртовке (газовой горелке) и резко поверните так, чтобы ее отверстие оказалось в пламени. Если раздастся лающий звук, водород — грязный и с ним работать нельзя.



12. Если Вы услышите легкий хлопок горящего водорода, то водород чистый. Внесите газоотводную трубку прибора для получения газов в пробирку с оксидом меди(II) почти до самого дна.
13. Прогрейте пробирку с оксидом меди(II).
14. Нагревайте оксид меди(II) и одновременно наблюдайте за его изменениями. Обратите особое внимание на внутреннюю поверхность пробирки возле отверстия.
15. После того, как Вы увидите все признаки реакции, отставьте в сторону спиртовку (газовую горелку). Не забудьте, что она должна находиться как можно дальше от прибора для получения газов.
16. Выньте из пробирки с восстановленной медью газоотводную трубку.
17. Зажгите от спиртовки (газовой горелки) лучинку.
18. Поверните газоотводную трубку вверх и подожгите выделяющийся водород.
19. Закройте зажим на газоотводной трубке.
20. Когда выделяющийся водород вытеснит раствор в воронку, возьмите пипеткой (капилляром) небольшую пробу жидкости.
21. Поместите 1—2 капли жидкости на стеклянную пластину.
22. С помощью тигельных щипцов подержите пластину высоко над пламенем.
23. Погасите спиртовку (газовую горелку).
24. Оформите отчет о работе.



**Вопросы**

1. С какими свойствами водорода Вы познакомились, выполняя эту практическую работу?
2. Почему перед работой с водородом его нужно проверять на чистоту?
3. Какие еще газы нужно проверять на чистоту перед работой с ними? Напишите формулы и названия этих газов и укажите, в какой книге Вы нашли эту информацию.
4. А.Л. Лавуазье провел следующий эксперимент. В ствол ружья он поместил железную окалину  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  и сильно нагрел. Затем стал пропускать над раскаленной окалиной водород.  
Какие вещества получил А.Л. Лавуазье в результате этого опыта? Напишите уравнение реакции и по описанию сделайте рисунок.
5. При горении водорода выделяется очень много теплоты. Это дает возможность использовать водород в качестве автомобильного или авиационного топлива. Объясните, почему конструкторы очень много сил отдают разработке двигателей, работающих на водороде? (Наводящий вопрос: какие вещества образуются при горении водорода и какое влияние они оказывают на окружающую среду?)
6. На рисунке показан прибор, которым воспользовался ученик для получения водорода. Объясните, почему ему не удалось собрать полученный газ. Как поступили бы Вы на месте этого ученика?



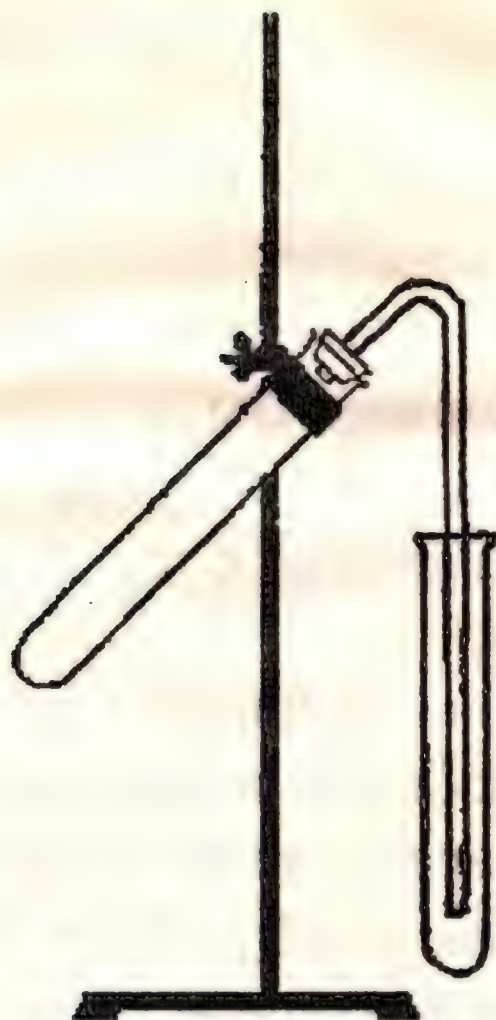


**Рисунок 42. С помощью этого прибора ученик получал водород**

## Галогены

### *Информация к размышлению...*

Галогены - простые вещества отличаются друг от друга по агрегатному состоянию и по окраске:

| Галоген | Агрегатное состояние при обычных условиях | Окраска        |
|---------|-------------------------------------------|----------------|
| Фтор    | Газ                                       | Светло-зеленый |
| Хлор    | Газ                                       | Желто-зеленый  |
| Бром    | Жидкость                                  | Красно-бурый   |
| Иод     | Твердое вещество                          | Темно-серый    |



Собирать газообразные галогены методом вытеснения воды нельзя, так как они вступают с ней в реакцию.

Галогены — активные окислители. Со многими веществами они взаимодействуют при обычных условиях. Исключения (разумеется приводим примеры тех веществ, с которыми Вы можете встретиться в школьной химической лаборатории) составляют кислород и азот. С водородом фтор и хлор образуют взрывоопасные смеси.

Все галогены — сильные яды. При работе с ними нужно быть особенно внимательными и осторожными. Опыты с этими веществами лучше всего проводить в вытяжном шкафу. Если Вы работаете с малыми количествами реактивов, то можно экспериментировать с галогенами в хорошо проветриваемом помещении.

### **Эксперимент № 32**

#### ***Действие раствора иода на крахмал***

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора крахмала (крахмального клейстера).
2. Добавьте к нему 2—3 капли иодной воды. Запишите наблюдения.
3. Пользуясь держателем для пробирок, нагрейте смесь, но не кипятите.
4. Поставьте пробирку в штатив для пробирок и внимательно наблюдайте за изменениями.
5. Объясните наблюдаемые явления.

### **Эксперимент № 33**

#### ***Получение хлора***



**Опыт проводить только в вытяжном шкафу!**

1. Соберите прибор для получения газов. Проверьте его герметичность.

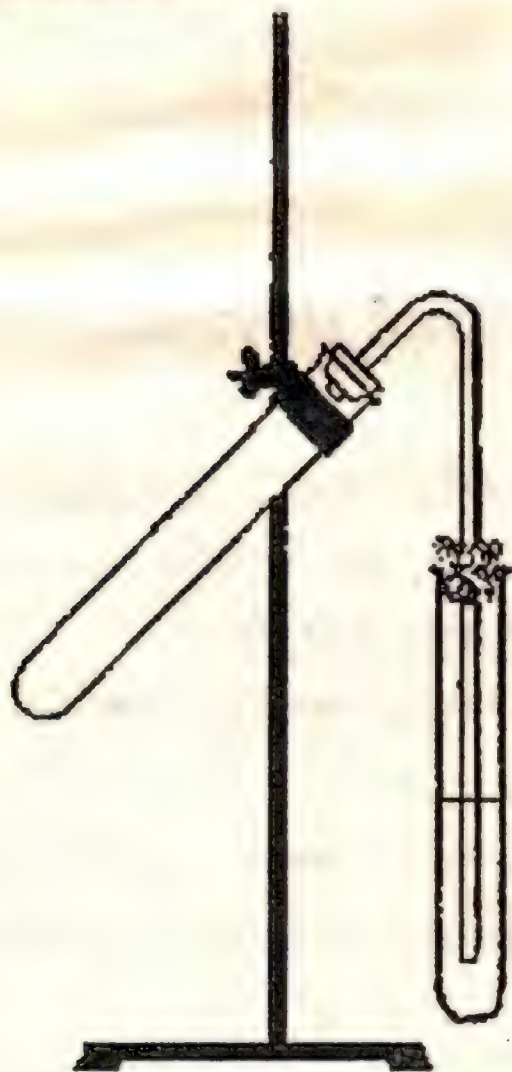


**Рисунок 43. Получение хлора**

2. Заполните пробирку на  $1/4$  кристаллическим перманганатом калия или оксидом марганца(IV).
3. Закрепите пробирку в штативе, как показано на рисунке.
4. Налейте в пробирку - реактор концентрированный раствор соляной кислоты так, чтобы смочить всю соль (или оксид).
5. Сразу же закройте пробирку пробкой, опустив газоотводную трубку пробирку с водой.
6. При работе с оксидом марганца(IV) смесь нужно подогреть, но следить за тем, чтобы смесь не кипела.



7. Когда вода окрасится в желто-зеленый цвет, выньте газоотводную трубку из воды и прекратите нагревание.
8. Перелейте полученную хлорную воду в склянку с хорошо подогнанной пробкой.

### **Эксперимент № 34**

#### **Вытеснение галогенов друг другом из их соединений**

1. В три пробирки налейте по 2 мл растворов: в первую — фторида калия, во вторую — бромида калия, в третью — иодида калия.
2. К каждому из растворов прилейте такой же объем хлорной воды.
3. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнения реакций и сделайте рисунки.

### **Эксперимент № 35**

#### **Получение бромида магния**

1. Налейте в пробирку 5 мл бромной воды.
2. Добавьте немного порошка магния и перемешайте стеклянной палочкой.
3. Если весь магний растворился, а жидкость не изменила окраски, добавьте еще магния.
4. Когда раствор обесцветится, отфильтруйте его.
5. Запишите наблюдения, составьте уравнение реакции и сделайте рисунки.



Дополнительное задание

*К фильтрату прилейте несколько капель хлорной воды.*

**Эксперимент № 36****Растворимость иода в воде и спирте**

Поместите в пробирку 2—3 кристаллика иода (Осторожно! Не брать руками!)

Добавьте 1 мл воды и перемешайте.

Во вторую пробирку также поместите 2—3 кристаллика иода и добавьте 1 мл этилового спирта. Тщательно перемешайте.

Сравните окраску растворов. Объясните различия.

К водному раствору иода добавьте несколько капель раствора иодида калия.

Запишите наблюдения, объясните их.

**Эксперимент № 37****Качественные реакции на галогенид-ионы**

1. Подготовьте три пробирки. В первую пробирку налейте 2 мл раствора хлорида натрия, во вторую — 2 мл раствора бромиды натрия, в третью — 2 мл раствора иодида натрия.
2. В каждую пробирку добавьте 2—3 капли раствора нитрата серебра. Будьте осторожны! При попадании на кожу нитрат серебра вызывает ожоги.
3. Запишите наблюдения и объясните их с помощью уравнений реакций.
4. Каждый осадок разделите на две части. К одной части каждого из осадков добавьте 2—3 капли раствора азотной кислоты, ко второй части прилейте



равный объем раствора аммиака. После добавления каждого реактива не забывайте перемешивать содержимое пробирки.

5. Запишите наблюдения и объясните их.

### **Эксперимент № 38**

#### ***Иодкрахмальная реакция***

1. Налейте в пробирку 1 мл иодной воды.
2. Добавьте 1—2 капли раствора крахмала.
3. Запишите окраску полученного раствора.
4. Осторожно нагрейте содержимое пробирки, но не кипятите.
5. Сравните окраску раствора до и после нагревания.
6. Дайте раствору остыть.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.

#### ***Информация к размышлению...***

Хлороводород — бесцветный газ с резким характерным («кислым») запахом. Очень хорошо растворяется в воде. Водный раствор хлороводорода называется соляной кислотой. Во влажном воздухе в присутствии хлороводорода образуется туман соляной кислоты. Вдыхание хлороводорода может привести к серьезным ожогам дыхательных путей.

Соляная кислота относится к сильным кислотам. При попадании на кожу вызывает болезненные ожоги.



## **Эксперимент № 39**

### **Получение соляной кислоты и опыты с ней**

#### ***Меры предосторожности***

Работа с нагревательными приборами

#### **I. Спиртовка:**

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.
3. Не переносите горящую спиртовку с места на место

#### **II. Газовая горелка:**

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

#### **III. Электронагреватель:**

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.



## Нагревание

1. Не забудьте прогреть пробирку. Для этого пробирку, закрепленную в лапке штатива, медленно проведите сквозь пламя от доньшка до отверстия и обратно. Эту операцию повторите несколько раз, чтобы стекло равномерно прогрелось. Признаком прогрева стекла можно считать исчезновение запотевания на стенках пробирки.
2. Дно пробирки должно находиться в верхней части пламени.
3. Если Вы проводите нагревание на спиртовке, следите за тем, чтобы дно пробирки не касалось фитиля.
4. Прекращайте нагревание только тогда, когда газоотводная трубка будет отведена от поверхности воды в пробирке - приемнике.

## Работа со стеклом

1. Помните, что горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного.
2. Закрепляя пробирку в лапке штатива, не закручивайте сильно винт. При нагревании стекло расширяется и пробирка может треснуть.



3. Следите за тем, чтобы холодная вода не попала на горячее стекло пробирки.

**Работа с едкими веществами**

1. При наливании кислоты соблюдайте осторожность: пробирку и склянку с кислотой держите над столом.
2. Держите склянку так, чтобы этикетка была повернута внутрь ладони.
3. Если Вы случайно прольете кислоту, немедленно обратитесь к учителю или лаборанту.

**Оборудование:**

1. Штатив лабораторный с лапкой.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Шесть пробирок.
4. Пробка с газоотводной трубкой.
5. Шпатель (ложка).
6. Спички.
7. Пипетка (капилляр).
8. Вата.

**Вещества:**

1. Серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
2. Кристаллический хлорид натрия  $\text{NaCl}$ .
3. Раствор гидроксида натрия  $\text{NaOH}$ .



4. Раствор нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ .
5. Раствор индикатора или индикаторная бумага.
6. Гранулы или порошок цинка  $\text{Zn}$ .

### Ход работы

1. Проверьте герметичность прибора для получения газа.

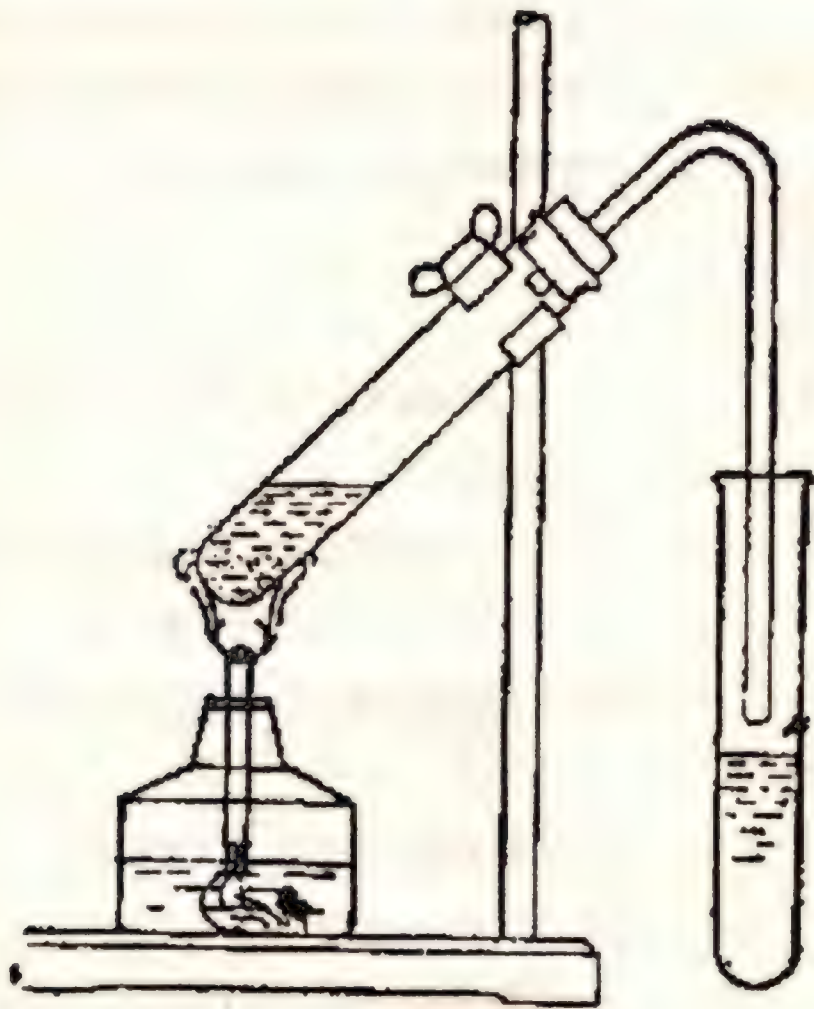


**Рисунок 44. Прибор для получения соляной кислоты**

2. Насыпьте в пробирку одну ложку кристаллического хлорида натрия.
3. В эту же пробирку прилейте столько серной кислоты, чтобы она пропитала всю соль.



4. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
5. Закрепите прибор в лапке штатива так, чтобы газоотводная трубка была направлена вниз.
6. Налейте в чистую пробирку около 5 мл воды (5 см по высоте пробирки).
7. Опустите газоотводную трубку в пробирку с водой. Следите за тем, чтобы газоотводная трубка не касалась воды.
8. Зажгите спиртовку (газовую горелку).
9. Прогрейте пробирку, затем сосредоточьте нагревание на смеси хлорида натрия и серной кислоты.  
**Нагревайте очень осторожно!**
10. Следите за изменениями в пробирке - приемнике (они хорошо заметны в верхней части пробирки, если за пробиркой поместить темный экран).
11. Когда замеченные Вами изменения в пробирке - приемнике прекратятся, удалите газоотводную трубку из пробирки - приемника и после этого прекратите нагревание.
12. Погасите спиртовку (газовую горелку).
13. Закройте газоотводную трубку влажным ватным тампоном.
14. Разделите полученный раствор на четыре части.
15. К первой части добавьте несколько капель раствора индикатора, а затем добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия.
16. Ко второй части аккуратно добавьте 1—2 гранулы цинка (или пол-ложки порошка цинка).
17. К третьей части прилейте 2—3 капли раствора нитрата серебра.
18. Четвертую часть оставьте как «свидетеля».



19.Оформите отчет о работе.

## Кислород

### *Информация к размышлению...*

Кислород — бесцветный газ, не имеющий запаха. Практически нерастворим в воде. Длительное вдыхание чистого кислорода может вызвать ожоги дыхательных путей и привести к тяжелым последствиям.

Многие вещества горят в атмосфере кислорода, образуя оксиды. Исключение составляют щелочные металлы, при горении которых образуются пероксиды и надпероксиды.

### Эксперимент № 40

#### **Получение кислорода и изучение его свойств**

### *Меры предосторожности*

Работа с нагревательными приборами

#### I. Спиртовка:

1. Не зажигайте одну спиртовку от другой.
2. Гасите спиртовку только с помощью колпачка.
3. Не переносите горящую спиртовку с места на место



## II. Газовая горелка:

1. Не зажигайте одну горелку от другой.
2. Прежде чем зажечь горелку, проверьте, закрыто ли отверстие для подачи воздуха.
3. Если произошел проскок пламени, немедленно выключите горелку, дайте ей остыть и вновь зажгите. При повторном проскоке пламени обратитесь к учителю или лаборанту.

## III. Электронагреватель:

1. Включайте электронагреватель только в специальную розетку с напряжением 42 В.

## Нагревание

1. Не забудьте прогреть пробирку. Для этого пробирку, закрепленную в лапке штатива, медленно проведите сквозь пламя от доньшка до отверстия и обратно. Эту операцию повторите несколько раз, чтобы стекло равномерно прогрелось. Признаком прогрева стекла можно считать исчезновение запотевания на стенках пробирки.
2. Дно пробирки должно находиться в верхней части пламени.
3. Если Вы проводите нагревание



на спиртовке, следите за тем, чтобы дно пробирки не касалось фитиля.

Работа со стеклом

1. Помните, что горячее стекло по внешнему виду не отличается от холодного.
2. Закрепляя пробирку в лапке штатива, не закручивайте сильно винт. При нагревании стекло расширяется и пробирка может треснуть.

Оборудование:

1. Штатив лабораторный с лапкой.
2. Спиртовка (газовая горелка).
3. Два химических стакана.
4. Стеклянная пластинка.
5. Пробирка.
6. Шпатель (ложка).
7. Пробка с газоотводной трубкой.
8. Промывалка с водой.
9. Ложка для сжигания веществ.
10. Спички.
11. Лучинка.
12. Вата.

Вещества:

1. Перманганат калия  $\text{KMnO}_4$ .
2. Уголь С.
3. Известковая вода  $\text{Ca}(\text{OH})_2$



## Ход работы

1. Проверьте прибор на герметичность. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, опустите конец трубки в стакан с водой. Плотнo обхватите ладонью пробирку и внимательно следите за появлением пузырьков воздуха.
2. Выньте пробку из пробирки.
3. Насыпьте в пробирку 1 ложку перманганата калия.
4. Около отверстия пробирки поместите очень рыхлый комочек ваты и закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
5. Закрепите пробирку в лапке штатива так, чтобы газоотводная трубка была направлена вниз.
6. Опустите газоотводную трубку в стакан до самого дна.
7. Прогрейте пробирку.
8. Нагревайте перманганат калия.
9. Подожгите лучинку и тут же погасите ее.
10. Поднесите тлеющую лучинку к краю стакана. Если лучинка вспыхнет, прекратите нагревание перманганата, но не гасите спиртовку (газовую горелку).
11. Выньте газоотводную трубку из стакана. Стакан закройте стеклянной пластинкой.
12. Положите уголек в ложку для сжигания веществ.
13. Раскалите уголек в пламени спиртовки (газовой горелки).
14. Погасите спиртовку (газовую горелку).
15. Сдвиньте стекло и опустите в стакан ложку с раскаленным углем. Не касайтесь дна или стенок стакана!



16. После того, как уголь сгорит, прилейте в стакан известковую воду.

17. Оформите отчет о работе.

## Сера

### *Информация к размышлению...*

Сера — твердое вещество, которое практически не растворяется в воде. Очень тонкий порошок серы в воде не тонет. Это объясняется не малой плотностью серы (ее плотность больше плотности воды), а тем, что частицы серы не смачиваются водой и удерживаются на поверхности за счет сил поверхностного натяжения.

### Эксперимент № 41

#### **Плавление серы. Аллотропия серы**

1. В сухую пробирку положите несколько кусочков черенковой серы (около 1/2 объема пробирки).
2. Закрепить пробирку в держателе для пробирок и, держа ее в руке, осторожно нагревать на пламени спиртовки (газовой горелки).
3. Продолжать нагревание и после того, как сера расплавится. Следите за изменением цвета расплавленной серы и подвижности жидкости (покачайте пробирку).
4. Нагретую до кипения серу вылейте в стакан с холодной водой, держа пробирку на высоте 20—30 см от поверхности воды.



**Внимание!** При переливании расплавленной серы ее пары могут вспыхнуть. Это совершенно безопасно и бояться нечего. Ни в коем случае не следует отдергивать руку, так как можно разбрызгать горячую серу и пострадать уже от собственного страха.

5. Достаньте из воды остывшую серу и ознакомьтесь с ее свойствами.
6. Повторите действия 1—3.
7. После того, как сера закипит, дайте ей остыть, не выливая в воду.
8. Когда при остывании загустевшая сера снова станет жидкой, перелейте ее в стакан с холодной водой.
9. Достаньте серу из воды и сравните с предыдущим образцом.

### *Информация к размышлению...*

Сероводород — бесцветный газ с характерным запахом. Гниение многих органических веществ сопровождается выделением сероводорода, поэтому правильнее говорить, что тухлые яйца пахнут сероводородом, а не сероводород пахнет тухлыми яйцами.

Смесь сероводорода с кислородом или воздухом взрывоопасна.

Сероводород хорошо растворим в воде. Его водный раствор обладает кислыми свойствами и называется сероводородной кислотой.

Сероводород — яд. С ним нужно работать или в вытяжном шкафу, или в хорошо проветриваемом



помещении, если количества получаемого сероводорода невелики.

### **Эксперимент № 42**

#### **Получение сероводорода и сероводородной воды**

1. Подберите к пробирке две пробки с газоотводными трубками. Одна трубка должна быть прямая с вытянутым концом. Вторая трубка должна быть изогнута под углом около  $45^\circ$ .
2. Проверьте герметичность прибора с обеими трубками.
3. В пробирку поместите кусочки сульфида железа(II) (не более  $1/4$  пробирки).
4. Налейте в пробирку столько раствора серной кислоты (1:5), чтобы она только закрыла сульфид железа(II). Сразу же закройте пробирку пробкой с прямой трубкой.
5. Соберите в пробирку выделяющийся газ и проверьте его на чистоту.
6. Если выделяющийся сероводород не содержит примесей, подожгите его и внесите в пламя крышку от металлического тигля.
7. Запишите наблюдения, указав:
  - запах выделяющегося газа;
  - цвет пламени горящего сероводорода;
  - что образовалось на холодной крышке тигля.
8. Откройте пробку, слейте отработанную жидкость в склянку для жидких отходов.



9. Залить оставшийся сульфид железа(II) свежим раствором серной кислоты и закрыть пробирку пробкой с изогнутой газоотводной трубкой.
10. Опустите газоотводную трубку с пробирку с водой (объем воды не должен быть больше половины объема пробирки!).
11. Пропускайте газ до тех пор, пока не закончится реакция.

### **Эксперимент № 43**

#### **Качественная реакция на сероводород и его соли**

1. Налейте в пробирку около 2 мл раствора сульфата меди(II).
2. Добавьте 2—3 капли сероводородной воды.
3. Запишите наблюдения, при необходимости составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.
4. Повторите действия 1—3, последовательно используя растворы
  - ацетата свинца;
  - сульфата никеля(II);
  - сульфата марганца(II).

### **Эксперимент № 44**

#### **Восстановительные свойства сульфидов**

1. В пробирку налейте 1 мл бромной воды.
2. Аккуратно положите в эту же пробирку 3—4 кристаллика сульфида калия и перемешайте.
3. Запишите результаты наблюдений и дайте им объяснения, записав уравнение реакции.



4. В чистую пробирку налейте 1 мл раствора перманганата калия и добавьте 2—3 капли раствора серной кислоты.
5. Аккуратно положите в эту же пробирку 3—4 кристаллика сульфида калия и перемешайте.
6. Запишите результаты наблюдений и дайте им объяснения, записав уравнение реакции.
7. В третью пробирку налейте 1 мл раствора бихромата калия и 2—3 капли раствора серной кислоты.
8. Аккуратно положите в эту же пробирку 3—4 кристаллика сульфида калия и перемешайте.
9. Запишите результаты наблюдений и дайте им объяснения, записав уравнение реакции.

### **Информация к размышлению...**

Оксид серы(IV) — бесцветный газ с характерным запахом горящей серы. Хорошо растворяется в воде. Водный раствор обладает свойствами слабой кислоты. Сернистый газ ядовит. Если в ходе эксперимента могут получиться большие объемы оксида серы(IV), то работать нужно в вытяжном шкафу. При использовании небольших количеств веществ можно проводить опыты с этим веществом в хорошо проветриваемом помещении.



**Эксперимент № 45****Получение оксида серы(IV) и сернистой кислоты****А. Получение оксида серы(IV) из серной кислоты****1. Соберите прибор, как показано на рисунке**

Трубка *а* служит для того, чтобы воду из пробирки - приемника не перебросило в пробирку - реактор. Если в результате охлаждения или по другой причине давление в пробирке - реакторе понизится, то одновременно с поднятием воды в трубке *б*, кислота в трубке *а* начнет опускаться и наружный воздух войдет в пробирку раньше, чем вода в трубке *б* поднимется доверху.

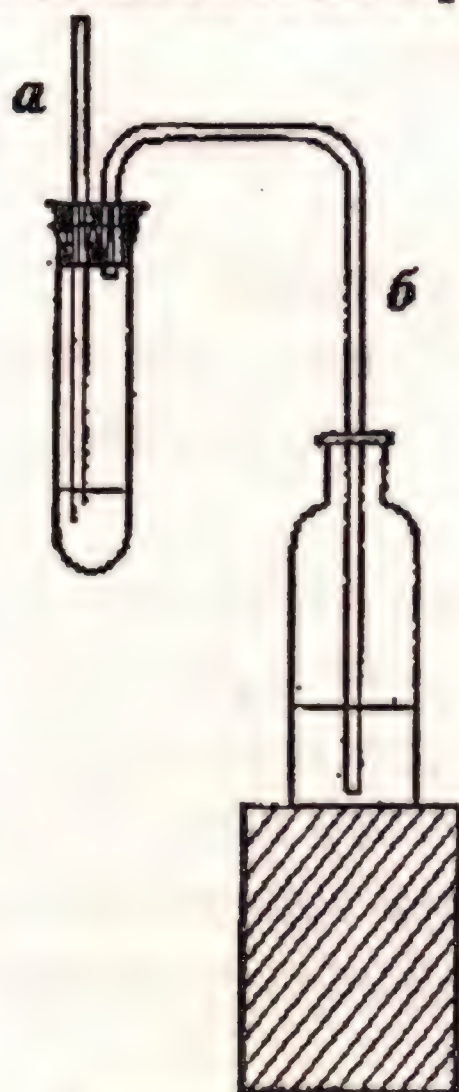


**Рисунок 45. Получение сернистого газа**

**2. В пробирку - реактор поместите немного медных стружек (около 1/6 объема пробирки) и осторожно**



прилейте концентрированную серную кислоту, чтобы она покрыла стружки.

3. Закройте пробирку пробкой с газоотводными трубками и закрепите в штативе вертикально.
4. Конец изогнутой газоотводной трубки опустите в пробирку, в которую налита вода (не более  $1/2$  объема пробирки).
5. Нагревайте пробирку - реактор до тех пор, пока не начнется выделение газа. После этого отставьте спиртовку (газовую горелку) в сторону, но не гасите.
6. Если выделение газа замедлится, подогрейте реакционную смесь, но не кипятите ее.
7. Пропускайте выделяющийся газ через воду в течение 5—10 минут.
8. Снимите с газоотводной трубки пробирку - приемник.
9. Прекратите нагревание.
10. Разделите полученный раствор сернистой кислоты на три части и используйте для следующих опытов:
  - к раствору сернистой кислоты прилейте несколько капель раствора лакмуса;
  - к раствору сернистой кислоты добавьте такой же объем иодной воды и перемешайте;
  - к раствору сернистой кислоты добавьте такой же объем сероводородной воды и перемешайте.
11. Запишите наблюдения, там, где это возможно, составьте уравнения реакций и сделайте рисунки.



**Б. Получение сернистого газа из сульфита натрия**

1. В три пробирки поместите по 1/2 ложки сульфита натрия.
2. В первую пробирку прилейте раствор серной кислоты (1:5).
3. Во вторую пробирку добавьте раствор соляной кислоты (1:1).
4. В третью пробирку прилейте раствор уксусной кислоты с массовой долей растворенного вещества 30%.
5. Определите по запаху, какой газ выделяется.
6. Для первого и второго опыта запишите уравнения реакций.

***Информация к размышлению...***

Серная кислота — тяжелая маслянистая жидкость не имеющая цвета. Смешивается с водой в любых отношениях. При приливании серной кислоты к воде выделяется настолько большое количество теплоты, что вода закипает.

Концентрированная серная кислота активно поглощает воду из воздуха, отнимает ее от других веществ. При попадании органических веществ в концентрированную серную кислоту происходит их обугливание.

Безводная серная кислота — сильный окислитель за счет серы(VI). Она окисляет медь — металл, стоящий в электрохимическом ряду напряжений металлов после водорода. Такие металлы, как алюми-



ний или железо, с концентрированной серной кислотой не взаимодействуют («пассивирование металла»).

Раствор серной кислоты обладает всеми характерными свойствами кислот.

### **Эксперимент № 46**

#### **Взаимодействие серной кислоты с металлами**

##### **А. Разбавленная серная кислота**

1. В три пробирки налейте по 1—2 мл раствора серной кислоты.
2. В первую пробирку опустите гранулу цинка.
3. Во вторую пробирку поместите железные стружки.
4. В третью пробирку насыпьте медные опилки.
5. Запишите результаты наблюдений, при необходимости составьте уравнения реакций и сделайте рисунки. Как можно объяснить различные результаты опыта с разными металлами?

##### **Б. Концентрированная серная кислота**

1. В три пробирки налейте по 1—2 мл концентрированной серной кислоты.
2. В первую пробирку опустите гранулу цинка.
3. Во вторую пробирку поместите железные стружки.
4. В третью пробирку насыпьте медные опилки и слегка нагрейте.
5. Запишите наблюдения и объясните их.



**Информация к размышлению...**

Растворимые соли бария — сильные яды. После работы с хлоридом или нитратом бария нужно тщательно вымыть руки.

**Эксперимент № 47****Качественная реакция на сульфит-ион и сульфат-ион**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора сернистой кислоты и добавьте несколько капель раствора хлорида бария
2. Повторите опыт, взяв вместо сернистой кислоты раствор серной кислоты.
3. В каждую из пробирок добавьте раствор соляной кислоты.
4. Запишите наблюдения. Составьте уравнения реакций.

**Эксперимент № 48****Получение безводного сульфата меди(II) из кристаллогидрата. Получение кристаллогидрата из безводного сульфата меди(II)**

1. Разотрите в фарфоровой ступке несколько кристалликов медного купороса.
2. Перенесите полученный порошок в фарфоровую чашку для выпаривания.
3. Поставьте фарфоровую чашку на кольцо штатива и осторожно нагревайте, постоянно перемешивая порошок стеклянной палочкой.



**Внимание!** Слишком сильное нагревание приведет к разложению сульфата меди(II), что можно обнаружить по выделению белого дыма и образованию черного оксида меди(II).

4. Когда прекратится изменение цвета порошка, прекратите нагревание.
5. Дайте остыть фарфоровой чашке с порошком. В это время сделайте в тетради рисунок и запишите ваши действия и наблюдения.
6. Совершенно остывшую чашку поставьте на ладонь и прилейте к порошку около 5 мл воды.
7. Запишите наблюдения и составьте уравнения реакций.

### **Эксперимент № 49**

#### **Определение формулы медного купороса**

##### **Ход работы**

1. Возьмите тигель тигельными щипцами и в течение 2 минут прокаливайте его на пламени спиртовки (газовой горелки).
2. Охладите тигель на воздухе.
3. Пока тигель охлаждается, отвесьте на весах 2—2,5 г медного купороса.
4. Перенесите медный купорос в ступку и разотрите в тонкий порошок.
5. Взвесьте пустой тигель.
6. Переложите в тигель порошок медного купороса.
7. Взвесьте тигель с медным купоросом.
8. Положите на кольцо штатива фарфоровый треугольник и установите на него тигель с медным купоросом.



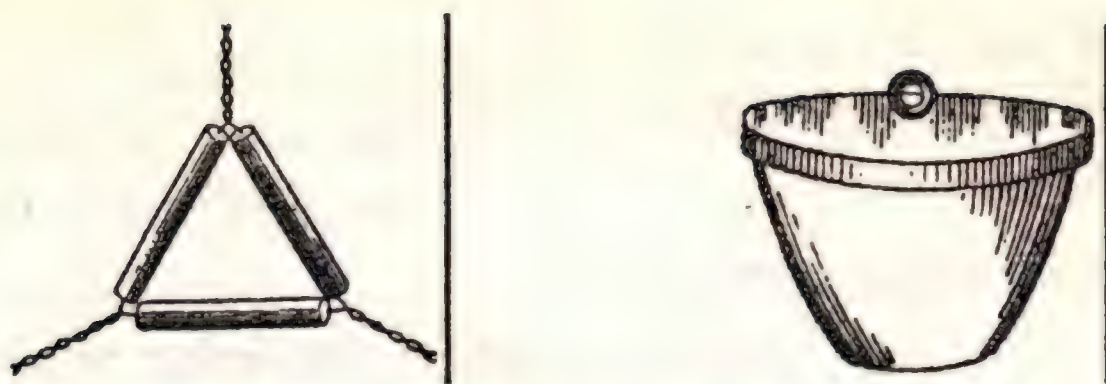


**Рисунок 46. Фарфоровый треугольник и тигель**

9. Прокаливайте медный купорос в течение 8—10 минут. Время от времени перемешивайте вещество в тигле с помощью стеклянной палочки (не трубки!).
10. Пока идет прокаливание медного купороса, рассчитайте его массу, исходя из массы пустого тигля и тигля с медным купоросом.
11. Снимите тигель с фарфорового треугольника и дайте ему остыть.
12. Взвесьте остывший тигель. Запишите массу.
13. Вновь установите тигель на треугольник и прокалите в течение 4—5 минут.
14. Охладите тигель и определите его массу.
15. Если при повторном взвешивании масса не изменилась, то можно погасить спиртовку (газовую горелку) и перейти к расчету числа молекул кристаллизационной воды в медном купоросе. Если значение массы, полученной при повторном взвешивании, отличается от первого значения, повторяйте действия 13 и 14 до тех пор, пока масса не окажется постоянной.
16. Оформите отчет о проделанной работе.



## Подгруппа азота

### Азот и его соединения

#### **Информация к размышлению...**

При сильном нагревании селитры (нитраты калия, натрия, аммония) взрываются.

#### **Эксперимент № 50**

##### **Получение азота из селитры**

1. Соберите прибор для получения газа и собирания его методом вытеснения воды.
2. Приготовьте смесь 0,3 г нитрата калия и 10 г железных опилок. Порошок железа брать нельзя, так как с ним реакция идет очень бурно.
3. Поместите смесь в пробирку и плотно закройте ее пробкой с газоотводной трубкой.
4. Закрепите прибор в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробки.
5. Прогрейте пробирку и осторожно нагревайте смесь, начиная от дна пробирки. При сильном нагревании может произойти взрыв!
6. Когда весь воздух будет вытеснен из пробирки, соберите выделяющийся газ методом вытеснения воды в две пробирки.
7. Извлеките газоотводную трубку из воды.
8. Погасите спиртовку (газовую горелку).
9. Испытайте собранный газ горящей лучинкой (в одной пробирке) и известковой водой (во второй пробирке).



10. Когда пробирка - реактор остынет, добавьте в нее по каплям 5 мл воды. Полученный раствор испытайте индикатором.
11. Запишите наблюдения, составьте уравнения реакций и сделайте рисунок.

### **Эксперимент № 51**

#### ***Качественная реакция на ион аммония***

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида аммония.
2. Добавьте к нему 1 мл раствора гидроксида натрия.
3. Нагрейте содержимое пробирки до кипения, но не кипятите.
4. Внесите красную лакмусовую бумагу в выделяющиеся пары.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.
6. Повторите действия 1—5, заменив раствор хлорида аммония раствором сульфата аммония.

### **Эксперимент № 52**

#### ***Возгонка хлорида аммония***

1. На дно пробирки положите несколько кристалликов хлорида аммония.
2. Аккуратно нагрейте пробирку, держа ее наклонно.
3. Когда на внутренней поверхности пробирки возле отверстия появится белый налет, прекратите нагревание.
4. Определите состав белого налета (см. опыты №№ 25 и 36).
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Информация к размышлению...**

При горении черного пороха (смеси селитры, угля и серы) выделяется большое количество теплоты, которого достаточно, чтобы расплавить пробирку.

**Эксперимент № 53****Горение угля в селитре**

1. В пробирку поместите столько кристаллического нитрата калия, чтобы он занял не более  $1/3$  пробирки.
2. Закрепите пробирку в лапке штатива вертикально.
3. Подготовьте кусочек древесного угля и кусочек серы. Оба должны быть размером не больше горошины.
4. Прогрейте всю пробирку, затем осторожно нагревайте ее дно.
5. Когда селитра расплавится, отставьте спиртовку (газовую горелку) в сторону, но не гасите.
6. Поставьте под пробирку фарфоровую чашку с песком.
7. Раскалите на пламени спиртовки (газовой горелки) уголь и бросьте его в пробирку.
8. После того, как уголь сгорит, сразу же бросьте в пробирку кусочек серы.
9. Запишите наблюдения, составьте уравнение реакции и сделайте рисунок.



**Информация к размышлению...**

Оксид азота(II) очень легко окисляется кислородом воздуха в оксид азота(IV).

**Эксперимент № 54****Получение оксида азота(II)**

1. Соберите прибор для получения газа и собирания его методом вытеснения воды. Проверьте его герметичность.
2. Заполните пробирку - реактор на  $1/4$  медными стружками и налейте столько 32%-ного раствора азотной кислоты, чтобы опилки были полностью покрыты жидкостью.
3. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите в штативе под углом около  $45^\circ$ .
4. Очень слабо подогрейте пробирку и, когда внутри пробирки - реактора исчезнет бурая окраска, соберите выделяющийся газ методом вытеснения воды.
5. Когда пробирка заполнится газом, извлеките газоотводную трубку из воды и прекратите нагревание.
6. Выньте пробирку, закрыв ее под водой пальцем.
7. Поверните пробирку отверстием вверх и откройте.
8. Запишите наблюдения, составьте уравнения реакций и сделайте рисунки.



**Информация к размышлению...**

Азотная кислота — очень агрессивная жидкость, в которой сочетаются свойства сильной кислоты и сильного окислителя.

**Эксперимент № 55****Взаимодействие очень разбавленной азотной кислоты с металлом**

1. Положите в пробирку одну гранулу цинка. Будьте осторожны: не разбейте дно пробирки!
2. Прилейте 2 мл очень сильно разбавленной азотной кислоты.
3. Взбалтывайте содержимое пробирки в течение 3—4 минут.
4. Определите наличие в растворе иона аммония (см. Эксперимент № 36).

**Эксперимент № 56****Пассивирование металлов азотной кислотой**

1. Налейте в пробирку 2 мл раствора соляной кислоты.
2. Опустите в пробирку алюминиевую проволоку такой длины, чтобы часть ее выходила из пробирки.
3. После того, как будет наблюдаться интенсивное выделение газа, выньте проволоку из пробирки, промойте ее водой и высушите между листами фильтровальной бумаги.



4. Опустите эту же часть проволоки в выданную вам пробирку с концентрированной азотной кислотой<sup>7</sup>.
5. Через несколько минут осторожно выньте проволоку и промойте ее водой.
6. Снова опустите проволоку в раствор соляной кислоты.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 57**

**Получение аммиака и опыты с ним.**

**Ознакомление со свойствами водного раствора аммиака**

**Задание**

*Прочитайте описание работы.*

«Подготовьте прибор для получения газа. Не забудьте проверить его на герметичность. При проверке герметичности прибора учтите, что газоотводная трубка обязательно должна быть сухой.

Смешайте в ступке две ложки хлорида аммония с двумя ложками гидроксида кальция или натронной извести. Разотрите смесь пестиком.

Поместите полученную смесь в пробирку. При этом пробирка должна быть занята смесью не более чем на  $\frac{1}{4}$  часть ее объема. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите в лапке шта-

---

<sup>7</sup> Примечание для учителя. Для этого опыта необходима дымящая азотная кислота с плотностью 1,522. Пробирка с кислотой обязательно должна быть закрыта пробкой.



тива. Поскольку в ходе реакции образуется вода, пробирка должна быть закреплена с небольшим наклоном: отверстие чуть ниже доньшка.

Прогрейте пробирку, затем нагревайте только ту ее часть, в которой находится смесь веществ. Выделяющийся газ соберите в сухую пробирку. Учтите, что вам придется собирать газ методом вытеснения воздуха, поэтому предварительно рассчитайте относительную плотность аммиака по воздуху. Наполнение пробирки газом контролируйте с помощью влажной индикаторной бумаги.

После того, как пробирка будет заполнена аммиаком, снимите ее с газоотводной трубки и плотно закройте пробкой. Конец газоотводной трубки прикройте влажным ватным тампоном.

Опустите пробирку с аммиаком в воду так, чтобы отверстие пробирки было под водой, а доньшко — над водой. Выньте пробку из пробирки (под водой!) и слегка покачайте пробирку. После того, как убедитесь, что аммиак растворился в воде, закройте пробирку пробкой (под водой!) и поставьте в штатив для пробирок. Полученный раствор аммиака вам пригодится для других опытов.

Снимите ватный тампон и вновь нагрейте реакционную смесь. Смочите стеклянную палочку (не трубку!) раствором соляной кислоты и поднесите к газоотводной трубке.

Полученный водный раствор аммиака разделите на три части. К первой части добавьте 1—2 капли раствора фенолфталеина и затем добавляйте по каплям раствор соляной кислоты.



Ко второй части полученного раствора прилейте такой же объем раствора сульфата меди(II).

Третью часть перелейте в фарфоровую чашку для выпаривания и выпарите раствор».

*По описанию определите, какие реактивы и какое оборудование вам потребуется для работы. Заполните таблицу.*

| Оборудование и реактивы | Для чего нужны |
|-------------------------|----------------|
|-------------------------|----------------|

*Еще раз прочитайте описание работы. Какие опасности вас подстерегают при ее выполнении. Выпишите их и укажите, как их избежать.*

| Возможные опасности | Меры предосторожности |
|---------------------|-----------------------|
|---------------------|-----------------------|

*После выполнения работы составьте отчет по привычной для вас форме. В отчете не забудьте сделать рисунки, написать уравнения реакций и сформулировать выводы.*

## Фосфор и его соединения

### Эксперимент № 58

#### **Гидролиз солей фосфорной кислоты**

1. Положите на белый лист полоску универсальной индикаторной бумаги.
2. С помощью пипетки нанесите на индикаторную бумагу растворы дигидрофосфата натрия, гидрофосфата натрия и фосфата натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.



### Эксперимент № 59

#### **Качественная реакция на соли фосфорной кислоты**

1. В пробирку налейте 1 мл дигидрофосфата натрия.
2. Добавьте к нему 2—3 капли раствора нитрата серебра.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Подгруппа углерода**

#### **Углерод**

##### **Из истории химии**

В 1620 г. И. Ван Гельмонт нашел, что уголь при сгорании выделяет «лесной дух; 62 фунта дубового угля дают 1 фунт золы, а остальные 61 фунт служат для образования лесного духа. Этот лесной дух, неизвестный до сих пор, нельзя собрать ни в какой сосуд и нельзя сделать видимым телом. Я называю его новым именем — газ»...



**Эксперимент № 60****Сухая перегонка дерева**

Прочитайте описание работы, рассмотрите рисунок и определите, какое оборудование и какие вещества вам потребуются для работы.

| Оборудование<br>и реактивы | Для чего нужны | Как с ними<br>работать |
|----------------------------|----------------|------------------------|
|----------------------------|----------------|------------------------|

После того, как станет ясно, какое оборудование и какие реактивы вам будут нужны, прочитайте описание еще раз и составьте алгоритм выполнения практической работы.

| Действия | Меры предосторожности |
|----------|-----------------------|
|----------|-----------------------|

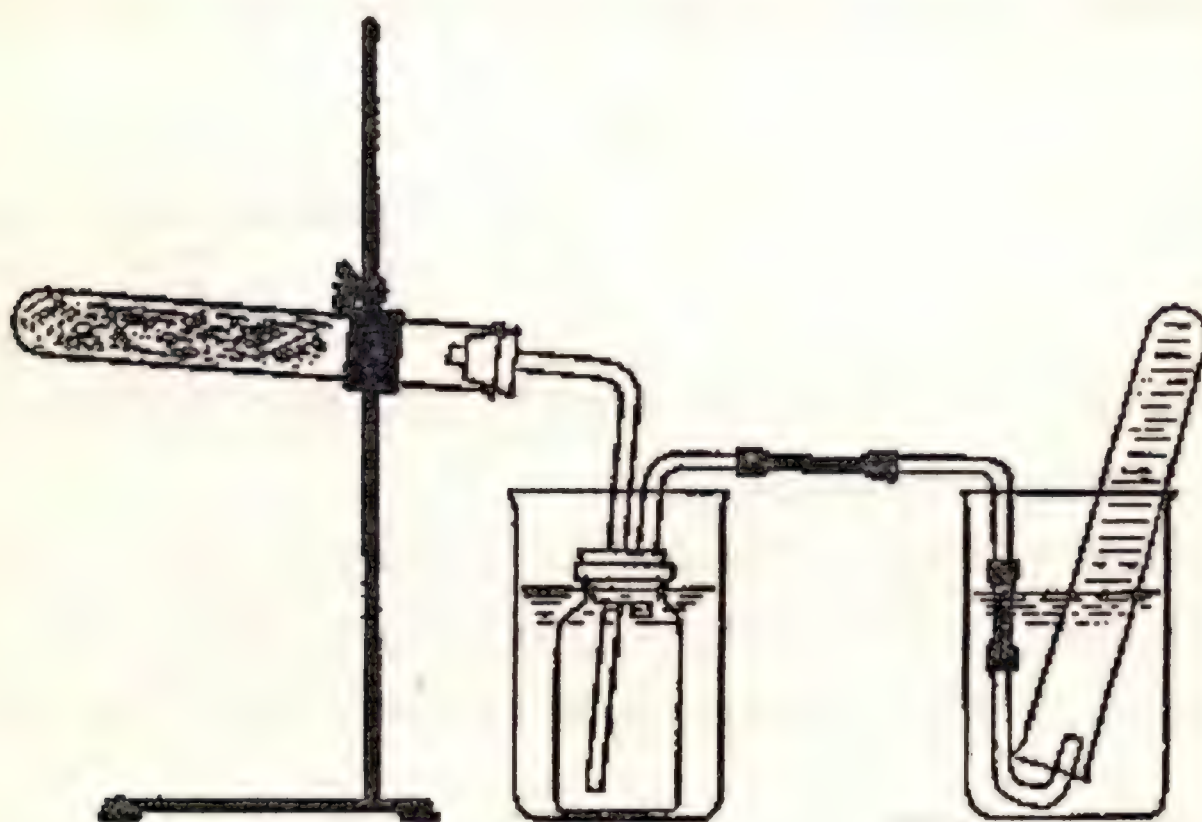


**Рисунок 47. Сухая перегонка дерева**



### Описание опыта

После того, как прибор будет проверен на герметичность, в пробирку - реактор помещают сухие березовые опилки так, чтобы заполнить пробирку на  $1/2$  ее объема. Закрепляют пробирку в штативе с легким наклоном к отверстию и закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

Нагревание пробирки нужно проводить, начиная со дна и медленно переходя к отверстию. После того, как из пробирки будет вытеснен весь воздух, собирают газ, выделяющийся при нагревании.

Когда пробирка будет заполнена газом, нужно вынуть ее из воды и поднести к отверстию пробирки горящую лучинку.

После обугливания всех опилок вынимают из воды газоотводную трубку и прекращают нагревание.

### Задание

1. *Определите, имеет ли запах газ, выделяющийся при сухой перегонке дерева.*
2. *Выясните состав жидкости, которая после опыта находится в склянке - приемнике. Изменяет ли она окраску индикатора и, если изменяет, то как?*

### Из истории химии

После первого применения газов для уничтожения людей (вспомните события первой ми-



ровой войны) многие ученые стали искать способы защиты войск и мирного населения от нового вида оружия. Эту задачу удалось решить академику Н.Зелинскому.

### Задание

*Выясните, какое вещество использовал Н.Зелинский для защиты от отравляющих газов. На чем основано действие этого вещества?*

### Эксперимент № 61

#### **Адсорбция**

Прочитайте описание работы, рассмотрите рисунок и определите, какое оборудование и какие вещества вам потребуются для работы.

| Оборудование<br>и реактивы | Для чего нужны | Как с ними<br>работать |
|----------------------------|----------------|------------------------|
|----------------------------|----------------|------------------------|

После того, как станет ясно, какое оборудование и какие реактивы вам будут нужны, прочитайте описание еще раз и составьте алгоритм выполнения практической работы.

| Действия | Меры предосторожности |
|----------|-----------------------|
|----------|-----------------------|

### Описание опыта

В пробирку с 5 мл воды добавляют 2—3 капли 10%-ного раствора аммиака и измельченную таблет-



ку активированного угля. Пробирку закрывают пробкой и взбалтывают в течение нескольких минут.

В две чистые пробирки наливают по 5 мл раствора нитрата свинца. В первую пробирку добавляют несколько капель раствора иодида калия, во вторую — измельченную таблетку активированного угля. Раствор с активированным углем перемешивают в течение нескольких минут. После фильтрования к фильтрату добавляют 2—3 капли раствора иодида калия.

В пробирку, наполненную на  $1/4$  водой, добавляют 1 каплю чернил и, после перемешивания, — измельченную таблетку активированного угля. Полученную смесь кипятят 4—5 минут и отфильтровывают.

### **Эксперимент № 62**

#### **Восстановление меди из оксида углем**

1. Отвесьте 2 г гранулированного оксида меди(II) и 0,3 г угольного порошка.
2. Тщательно перемешайте оксид меди(II) и уголь.
3. Подберите к тугоплавкой пробирке пробку с газотводной трубкой, согнутой под углом  $45^\circ$ . Проверьте герметичность прибора.
4. Поместите в пробирку - реактор подготовленную смесь.
5. Закрепите пробирку в штативе почти вертикально.
6. В чистую пробирку налейте 5 мл раствора гидроксида кальция.
7. Прогрейте всю пробирку, затем нагревайте только ее дно.



8. Пропускайте выделяющийся газ через известковую воду до тех пор, пока выделение газа заметно не ослабеет.
9. Извлеките газоотводную трубку из жидкости, затем прекратите нагревание.
10. Когда пробирка - реактор остынет, высыпьте ее содержимое на лист бумаги и сдуйте угольную пыль.
11. Запишите наблюдения, дайте им объяснения. Не забудьте об уравнениях реакций и рисунках.

### **Эксперимент № 63**

#### ***Получение негашеной извести из мрамора***

1. Возьмите небольшой кусочек мрамора и поместите на него каплю воды.
2. Опустите в эту каплю полоску универсальной индикаторной бумаги.
3. Возьмите этот же кусочек мрамора тигельными щипцами так, чтобы возможно большая поверхность его была свободна.
4. Прокалите мрамор в пламени газовой горелки в течение 5 минут.
5. Остудите мрамор на воздухе.
6. Нанесите каплю воды на то место, которое находилось в пламени, и опустите в эту каплю полоску универсальной индикаторной бумаги.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.



**Эксперимент № 64****Качественная реакция на карбонаты**

1. Поместите в пробирку немного карбоната магния (со спичечную головку).
2. Добавьте к нему несколько капель соляной кислоты.
3. Внесите в пробирку горящую лучинку.
4. Повторите опыт, заменив карбонат магния гидрокарбонатом натрия.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.

**Эксперимент № 65****Гидролиз карбонатов**

1. Положите на белый лист полоску красной лакмусовой бумаги.
2. Нанесите на нее по капле растворов карбоната натрия, карбоната калия и гидрокарбоната натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 66****Полный гидролиз карбонатов**

1. Налейте в пробирку 2 мл раствора сульфата алюминия.
2. Осторожно добавьте к нему такой же объем раствора карбоната натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Из истории химии**

Вы уже знаете, что все газы обязаны своим названием оксиду углерода(IV). А известно ли вам, что углекислый газ был давно известен людям? Если вы интересуетесь географией, то такое название, как «Собачья пещера», вам должно быть известно.

**Задание**

*Углекислый газ — активный участник многих геохимических процессов. Найдите в доступной вам литературе конкретные примеры, подтверждающие правильность этого утверждения.*

**Эксперимент № 67****Углекислый газ. Карбонаты**

Для выполнения практической работы вам потребуются:

Мрамор, карбонаты натрия, калия и магния, раствор гидроксида кальция, раствор лакмуса, лакмусовая бумага, раствор соляной кислоты, раствор азотной кислоты, раствор уксусной кислоты.

**Задание**

*Прочитайте описание работы.*

**Опыт № 1. Получение и свойства оксида углерода(IV)**



Соберите прибор, изображенный на рисунке. Проверьте его герметичность.

Убедитесь, что опущенная в стакан зажженная лучинка продолжает гореть.

Положите на прокладку, закрепленную на стебле воронки прибора, несколько кусочков мрамора и плотно закройте прибор. В воронку налейте столько соляной кислоты, чтобы она закрыла весь мрамор. Запишите наблюдения.

Опустите газоотводную трубку в химический стакан так, чтобы она немного не доставала до его дна. Сверху стакан прикройте куском картона или стеклянной пластиной. С помощью горящей лучины определите, когда стакан полностью заполнится оксидом углерода(IV). После этого аккуратно выньте газоотводную трубку из стакана и закройте зажим.

Немного сдвиньте стекло со стакана и внесите в него горящую лучинку. Запишите наблюдения.



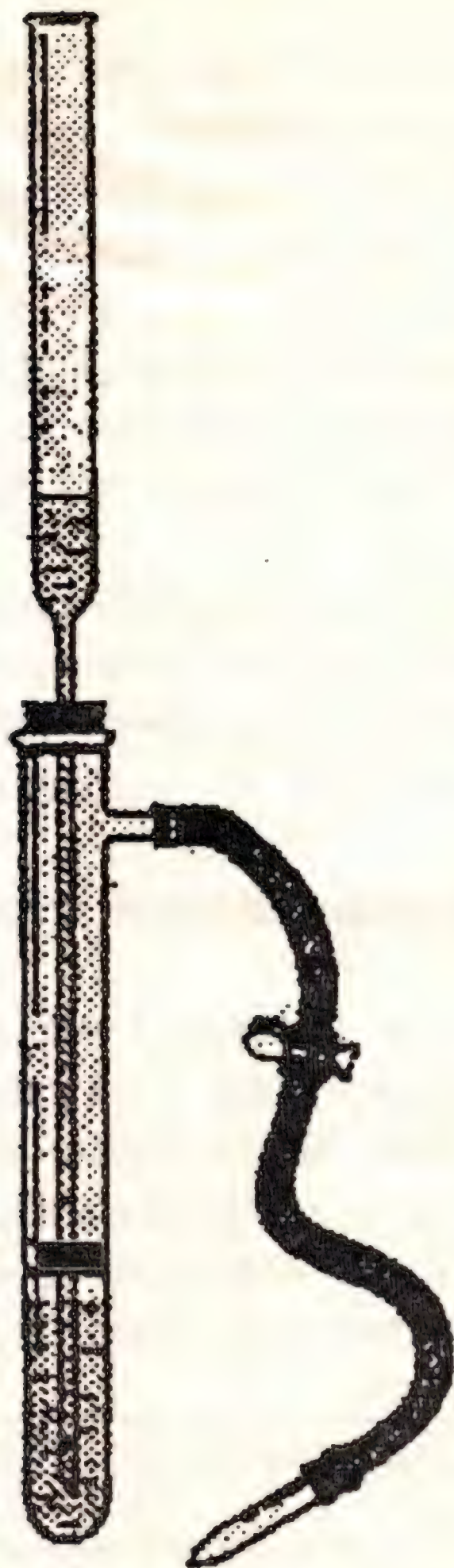


Рисунок 48. Прибор для получения  
оксида углерода(IV)



## Опыт № 2. Получение карбонатов и гидрокарбонатов

Наполните пробирку на  $1/4$  раствором гидроксида кальция и пропускайте через него углекислый газ из прибора. Следите за изменением прозрачности раствора. Если Вы будете внимательны, то должны увидеть два изменения.

Полученный прозрачный раствор разделите на две части. Одну часть нагрейте, ко второй по каплям добавляйте раствор гидроксида кальция. Запишите наблюдения.

## Опыт № 3. Гидролиз солей угольной кислоты

На две полоски индикаторной бумаги нанесите по капле растворов: на первую полоску — раствор карбоната калия, на вторую полоску — раствор карбоната натрия.

## Опыт № 4. Взаимодействие карбонатов с кислотами

В пробирку налейте 1 мл раствора карбоната натрия и добавьте к нему 1 мл раствора соляной кислоты. Проведите аналогичные опыты с другими карбонатами и другими кислотами.

*По описанию определите, какие реактивы и какое оборудование вам потребуется для работы. Заполните таблицу.*

| Оборудование и реактивы | Для чего нужны |
|-------------------------|----------------|
|-------------------------|----------------|

*Еще раз прочитайте описание работы. Какие опасности вас подстерегают при ее выполнении. Выпишите их и укажите, как их избежать.*



| Возможные опасности | Меры предосторожности |
|---------------------|-----------------------|
|---------------------|-----------------------|

После выполнения работы составьте отчет по привычной для вас форме. В отчете не забудьте сделать рисунки, написать уравнения реакций и сформулировать выводы.

## Кремний

### Эксперимент № 68

#### **Получение кремниевой кислоты**

1. В пробирку налейте 2 мл концентрированного раствора силиката натрия.
2. Добавьте к нему 1 мл раствор соляной кислоты.
3. Перемешайте содержимое пробирки стеклянной палочкой.
4. Через 4—5 минут переверните пробирку вверх дном.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Эксперимент № 69

#### **Гидролиз силикатов**

1. Положите на белый лист полоску красной лакмусовой бумаги.
2. Нанесите на него пипеткой каплю раствора силиката натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Эксперимент № 70****Полный гидролиз силикатов**

1. В пробирку налейте 2 мл раствора силиката натрия.
2. Добавьте к нему по каплям раствор хлорида аммония.
3. Перемешайте смесь стеклянной палочкой.
4. Определите запах выделяющегося газа.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 71****Выщелачивание стекла**

1. Наденьте защитные очки!
2. Положите в фарфоровую ступку несколько кусочков стекла.
3. Разотрите стекло пестиком. Стучать пестиком нельзя!
4. Перенесите стеклянный порошок в пробирку.
5. Прилейте немного дистиллированной воды и перемешайте.
6. Добавьте 1—2 капли фенолфталеина.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Металлы главных подгрупп****Информация к размышлению...**

Элементы главных подгрупп I—II обладают наиболее выраженными металлическими свойствами, так как в их атомах на внешнем электронном слое находится 1—2 электрона, которые слабо связаны с ядром. Благодаря этому они являются активными



восстановителями и не встречаются в природе в свободном состоянии.

### **Эксперимент № 72**

#### **Получение гидроксида натрия из карбоната натрия**

1. Растворите в 50 мл воды 5 г безводного карбоната натрия.
2. Перелейте раствор в фарфоровую чашку для выпаривания.
3. Аккуратно добавьте 2 чайных ложки твердого гидроксида кальция.
4. Поставьте чашку со смесью на кольцо штатива и кипятите 10 минут, постоянно помешивая раствор стеклянной палочкой.
5. По мере выкипания воды, добавляйте воду из промывалки, но так, чтобы объем веществ в чашке для выпаривания не увеличивался.
6. Через 10 минут отставить горелку в сторону, дать раствору немного остыть и отфильтровать в пробирку 2—3 мл.
7. К фильтрату добавить несколько капель раствора соляной кислоты. Если при этом Вы услышите шипение, кипячение раствора нужно продолжить и через некоторое время пробу повторить.
8. Если проба на соляную кислоту окажется отрицательной, раствор отфильтровать и упарить, прикрыв фарфоровую чашку стеклянной воронкой.
9. Запишите наблюдения и объясните их.



**Информация к размышлению...**

Гидроксид натрия жадно поглощает водяные пары из воздуха. Если склянку с гранулами гидроксида натрия оставить открытой, то через некоторое время в ней вместо твердого вещества окажется жидкость.

**Эксперимент № 73****Свойства гидроксида натрия**

1. Наденьте защитные очки!
2. Возьмите пинцетом одну гранулу гидроксида натрия и положите ее в фарфоровый тигель.
3. С помощью пипетки добавляйте к гидроксиду натрия воду до полного растворения.
4. Дотроньтесь до дна тигля рукой.
5. Добавьте в полученному раствору 1 каплю фенолфталеина.
6. Приливайте по каплям раствор соляной кислоты.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 74****Разложение гидрокарбоната натрия**

1. Приготовьте четыре пробирки. С помощью воскового карандаша напишите на них номера.
2. В первую пробирку налейте 1 мл раствора карбоната натрия и добавьте к нему 1 каплю раствора фенолфталеина.
3. Во вторую пробирку налейте 1 мл раствора гидрокарбоната натрия и также добавьте к нему 1 каплю раствора фенолфталеина.



4. Поставьте пробирки 1 и 2 в штатив для пробирок.
5. Насыпьте в тигель немного (половину ложки - дозатора) твердого гидрокарбоната натрия.
6. Установите тигель на фарфоровом треугольнике и прокаливаете в течение 8—10 минут.
7. Дайте тиглю остынуть и добавьте в него 4—5 мл воды.
8. Перемешайте содержимое тигля и разлейте в пробирки 3 и 4.
9. В пробирку 3 добавьте одну каплю фенолфталеина.
10. Сравните окраску полученного раствора с окраской растворов в пробирках 1 и 2.
11. В пробирку 4 добавьте 1 мл раствора соляной кислоты.
12. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 75**

#### ***Гидролиз солей щелочных металлов***

1. На белый лист положите полоску универсальной индикаторной бумаги.
2. Нанесите на нее по капле растворов карбоната натрия, карбоната калия, сульфата калия, сульфида натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 76**

#### ***Горение магния в воде***

1. В ложку для сжигания веществ положите немного порошка магния.
2. В широкий химический стакан налейте воды (не более  $\frac{1}{3}$  объема стакана!).



3. Нагрейте магний в пламени спиртовки (газовой горелки), чтобы он стал красным, но не загорелся.
4. Опустите ложку с магнием в воду.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 77**

#### **Горение магния в углекислом газе**

1. Навейте ленту магния на стеклянную палочку, чтобы получилась спираль.
2. Наполните широкогорлую склянку объемом 1—1,5 л оксидом углерода(IV) из аппарата Киппа.
3. Возьмите магниевую ленту тигельными щипцами за один конец и внесите другой конце ленты в пламя спиртовки (газовой горелки).
4. Когда магний загорится, внесите его в склянку с углекислым газом. Следите за тем, чтобы горящий магний не коснулся стекла.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.

### **Эксперимент № 78**

#### **Получение и свойства гидроксида магния**

1. Налейте в пробирку 3 мл раствора хлорида магния.
2. Добавьте к нему по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
3. Разделите осадок на три пробирки.
4. К первой части осадка прилейте раствор соляной кислоты. Размешайте содержимое пробирки стеклянной палочкой.
5. Ко второй части осадка прилейте раствор гидроксида натрия. Перемешайте.
6. К третьей части добавьте раствор хлорида аммония.



7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Задание

*Пользуясь доступной вам литературой, объясните, почему нельзя тушить горящие электроустановки водой.*

### Эксперимент № 79

#### **Карбонат и гидрокарбонат кальция**

1. Соберите прибор для получения оксида углерода(IV) (см. практическую работу «Углекислый газ. Карбонаты»).
2. Налейте в пробирку 5 мл раствора гидроксида натрия.
3. Пропускайте через известковую воду углекислый газ до полного растворения осадка.
4. Разделите полученный раствор на две пробирки.
5. Первую часть осторожно нагрейте до кипения и кипятите в течение нескольких минут.
6. Ко второй части прилейте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Эксперимент № 80

#### **Гидролиз солей металлов главной подгруппы II группы**

1. На белый лист положите полоску синей лакмусовой бумаги.



2. Пользуясь пипеткой нанесите на нее по одной капле растворов хлорида магния, хлорида кальция, хлорида бария.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 81**

#### **Устранение жесткости воды**

#### **Задание**

*Прочитайте описание работы.*

«У вас на столе есть два образца воды. Первый — это обычная водопроводная вода. Второй — минеральная вода, содержащая ионы натрия, магния, кальция, карбонат-, гидрокарбонат- и сульфат-ионы.

Налейте в пробирку 2 мл водопроводной воды и 1 мл раствора мыла. Закрыв пробирку пробкой, сильно встряхните ее раз десять. Повторите опыт, заменив водопроводную воду выданным образцом жесткой воды.

Проведите умягчение воды а) с помощью кипячения; б) добавлением соды; в) действием известкового молока.

В каждый из образцов умягченной воды добавьте раствор мыла из расчета 1 мл раствора мыла на 2 мл умягченной воды. Проверьте образование пены.»

*По описанию определите, какие реактивы и какое оборудование вам потребуется для работы. Заполните таблицу.*

| Оборудование и реактивы | Для чего нужны |
|-------------------------|----------------|
|-------------------------|----------------|



Еще раз прочитайте описание работы. Какие опасности вас подстерегают при ее выполнении. Выпишите их и укажите, как их избежать.

| Возможные опасности | Меры предосторожности |
|---------------------|-----------------------|
|---------------------|-----------------------|

После выполнения работы составьте отчет по привычной для вас форме. В отчете не забудьте сделать рисунки, написать уравнения реакций и сформулировать выводы.

### Из истории химии

Н.Г. Чернышевский в романе «Что делать?» описал сон Веры Павловны, которая с удивлением обнаружила, что мебель сделана из алюминия. Ее удивление было вполне обоснованным — в те годы алюминий был одним из самых дорогих металлов.

### Задание

Пользуясь доступной вам литературой, найдите ответ на вопросы: «Кто предложил современный способ получения алюминия?» и «Как получали алюминий в XIX веке?»

### Эксперимент № 82

#### **Взаимодействие алюминия с растворами кислот**

1. Аккуратно, чтобы не разбить дно, положите в пробирку одну гранулу алюминия.



2. Прилейте в ту же пробирку 2 мл раствора соляной кислоты.
3. Повторите опыт, заменив соляную кислоту на серную.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 83**

#### **Взаимодействие алюминия с растворами щелочей**

1. Аккуратно, чтобы не разбить дно, положите в пробирку одну гранулу алюминия.
2. Прилейте в эту же пробирку 2 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 84**

#### **Получение и свойства гидроксида алюминия**

1. В две пробирки налейте по 1 мл раствора сульфата алюминия.
2. В каждую пробирку добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия до тех пор, пока не образуется осадок.
3. В первую пробирку прилейте раствор соляной кислоты до полного растворения осадка.
4. Во вторую пробирку прилейте раствор гидроксида натрия до полного растворения осадка.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## Металлы побочных подгрупп

### Из истории химии

Историки естествознания знают, кто первым получил в свободном состоянии натрий или калий, кто открыл уран или радий. Но до сих пор не известно, кем были открыты такие важные для нас металлы, как железо, медь, золото... Может быть вам удастся установить имя первооткрывателя этих металлов?

### Информация к размышлению...

Все соли меди ядовиты...

### Эксперимент № 85

#### **Гидроксид меди(II) и его свойства**

1. Налейте в три пробирки по 1 мл раствора сульфата меди(II) и добавьте во все пробирки раствор гидроксида натрия до выпадения осадка.
2. К осадку в первой пробирке прилейте раствор соляной кислоты.
3. К осадку во второй пробирке прилейте раствор аммиака.
4. Осадок в третьей пробирке нагрейте до кипения жидкости, находящейся над осадком.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Эксперимент № 86****Получение оксида меди(I)**

1. В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата меди(II).
2. Приливайте по каплям раствор гидроксида натрия до тех пор, пока не образуется осадок.
3. После образования осадка добавьте еще 1 мл раствора щелочи и хорошо перемешайте смесь.
4. К образовавшейся смеси прилейте 1 мл 10%-ного раствора глюкозы.
5. Нагрейте смесь на спиртовке (газовой горелке).
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 87****Получение сульфата тетраамминмеди(II)**

1. В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата меди(II)
2. Добавляйте по каплям раствор аммиака до тех пор, пока выпавший осадок не растворится.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Информация к размышлению...**

Ионы серебра обладают окислительными свойствами. На этом основано применение соединений серебра в качестве обеззараживающего средства. Попадание на кожу даже небольших количеств солей серебра вызывает ожоги.



**Эксперимент № 88****Получение аммиачного раствора оксида серебра**

1. В пробирку налейте 1 мл раствора нитрата серебра.
2. К раствору нитрата серебра добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
3. К полученному осадку по каплям добавляйте раствор аммиака до полного растворения осадка.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 89****Взаимодействие цинка с кислотами и щелочами**

1. В две пробирки поместите по одной грануле цинка.
2. В первую пробирку прилейте 2 мл раствора соляной кислоты, а во вторую — 2 мл раствора гидроксида натрия.
3. Если в какой-то пробирке не будет заметно признаков реакции, пробирку можно слегка подогреть.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Задание**

Для получения водорода обычно используют цинк и раствор соляной кислоты. Можно ли заменить соляную кислоту веществом, принадлежащим к другому классу неорганических соединений? Обоснуйте свой ответ.



**Эксперимент № 90****Кисотно-основные свойства гидроксида цинка**

1. Налейте в две пробирки по 1 мл раствора сульфата цинка.
2. В каждую из пробирок прилейте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
3. В первую пробирку добавьте раствор соляной кислоты и смесь перемешайте стеклянной палочкой.
4. Во вторую пробирку добавьте раствор гидроксида натрия и также перемешайте смесь стеклянной палочкой.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Информация к размышлению...**

Для хрома известны соединения с разными степенями окисления. Наиболее устойчивыми из них являются те, в которых хром имеет степень окисления +3. В хроматах и бихроматах степень окисления хрома равна +6, что обуславливает их высокую активность как окислителей.

**Эксперимент № 91****Превращение хроматов в бихроматы и бихроматов в хроматы**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора хромата калия.
2. Во вторую пробирку налейте 1 мл раствора бихромата калия.



3. Сравните окраску растворов, поставив за пробирками белый экран (для этой цели можно использовать тетрадный лист).
4. К раствору хромата калия прилейте около 0,5 мл раствора серной кислоты.
5. К раствору бихромата калия прилейте около 0,5 мл раствора гидроксида калия.
6. Сравните окраску полученных растворов.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 92**

#### **Окислительные свойства бихроматов**

1. В пробирку налейте 1 мл раствора бихромата калия и добавьте к нему 3—4 капли раствора серной кислоты. Перемешайте образовавшуюся смесь.
2. К полученной смеси прилейте по каплям раствор сероводородной воды до появления явных признаков протекания химической реакции.
3. Повторите опыт, заменив раствор сероводородной воды раствором сульфита натрия.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

#### **Информация к размышлению...**

Перманганат калия известен каждому человеку под названием «марганцовка». Это вещество мы применяем в качестве обеззараживающего средства, используя его свойства сильного окислителя. Попадание на кожу кристаллов перманганата калия может привести к болезненным долго незаживающим ожогам.



**Эксперимент № 93****Окислительные свойства перманганата калия**

1. Возьмите три пробирки и пронумеруйте их. Для этого воспользуйтесь специальным карандашом для письма по стеклу.
2. Во все три пробирки налейте по 1 мл раствора перманганата калия.
3. В первую пробирку добавьте 3—4 капли раствора серной кислоты.
4. Во вторую пробирку добавьте 3—4 капли воды.
5. В третью пробирку добавьте 4—5 капель раствора гидроксида калия.
6. Во все три пробирки прилейте по каплям раствор сульфита натрия до появления явных признаков химической реакции.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 94****Получение кислорода из соединений марганца**

1. Положите в пробирку 3—4 кристаллика перманганата калия. Будьте осторожны: при попадании на кожу перманганат калия вызывает ожоги!
2. Закрепите пробирку в штативе горизонтально.
3. Прогрейте всю пробирку, затем нагревайте только ту ее часть, где находится перманганат калия.
4. Поднесите к отверстию пробирки тлеющую лучинку.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Информация к размышлению...**

Так называемые кровяные соли (гексацианоферраты калия) относятся к комплексным соединениям. Если мы внимательно посмотрим на формулы этих веществ, то увидим во внутренней сфере комплексов анионы синильной кислоты. Под действием сильных кислот происходит разрушение связей между ионами железа и цианид-ионами. Неустойчивость гексацианоферратов объясняет их ядовитость.

**Не забудьте после работы с красной или желтой кровяной солью тщательно вымыть руки!**

**Эксперимент № 95****Качественные реакции на ионы железа(II)**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата железа(II).
2. Добавьте к нему по каплям раствор гидроксида натрия до появления явных признаков химической реакции.
3. Повторите опыт, заменив раствор гидроксида натрия раствором гексацианоферрата(III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$ .
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 96****Качественные реакции на ионы железа(III)**

1. Возьмите три пробирки и налейте в каждую по 1 мл раствора хлорида железа(III).



2. К раствору в первой пробирке прилейте по каплям раствор гидроксида натрия до появления явных признаков химической реакции.
3. Во вторую пробирку добавьте 1—2 капли раствора гексацианоферрата(II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Перемешайте содержимое пробирки.
4. К раствору в третьей пробирке добавьте 2 мл воды и одну каплю раствора роданида калия  $KSCN$ . Перемешайте содержимое пробирки и рассмотрите в проходящем свете.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 97**

#### **Гидролиз солей железа**

1. Положите на белый лист полоску синей лакмусовой бумаги.
2. С помощью пипетки нанесите на нее по одной капле растворов сульфата железа(II) и хлорида железа(III).
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.
4. В пробирку налейте 1 мл раствора хлорида железа(III).
5. Добавьте в пробирку (по каплям!) раствор карбоната натрия.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 98**

#### **Окислительные свойства ионов железа(III)**

1. Возьмите две пробирки и в каждую налейте по 1 мл раствора хлорида железа(III).



2. В первую пробирку добавьте 1 мл сероводородной воды.
3. Во вторую пробирку добавьте 0,5 мл раствора иодида калия.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## Свойства органических соединений

### Информация к размышлению...

В большинстве органических соединений, с которыми вам предстоит работать, атомы углерода имеют или отрицательную, или нулевую степень окисления. Поэтому эти вещества являются восстановителями и активно взаимодействуют с кислородом. Работая с газообразными веществами, не забывайте проверить их на чистоту. Следите за тем, чтобы рядом с открытыми склянками не было огня.

### Задание

Для определения качественного состава органических веществ их окисляют и изучают полученные продукты. Найдите ответы на следующие вопросы:

Почему использование кислорода для этой цели не очень удобно?

Какие вещества могут получиться при окислении органического соединения, молекулы которого образованы атомами: а) углерода и водорода; б) углерода, водорода и хлора?

Как обнаружить продукты окисления органического вещества?

Запишите уравнения соответствующих реакций (там, где это возможно, и в ионной форме).



**Эксперимент № 99****Определение качественного состава органических веществ**

1. Соберите прибор для получения газов и проверьте его на герметичность.
2. Насыпьте в пробирку - реактор выданную вам смесь парафина и оксида меди(II). Смесь должна занимать приблизительно  $1/3$  часть пробирки.
3. Закрепите пробирку в штативе так, чтобы ее дно было немного ниже отверстия.
4. Аккуратно положите около отверстия пробирки безводный сульфат меди(II). Следите за тем, чтобы он не попал на реакционную смесь.
5. Плотнo закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
6. В чистую пробирку налейте 3—4 мл раствора гидроксида кальция.
7. Опустите в раствор свободный конец газоотводной трубки.
8. Нагрейте смесь парафина и оксида меди(II), соблюдая правила нагревания веществ в пробирке.
9. После того, как вы увидите признаки протекания реакции, извлеките газоотводную трубку из жидкости и прекратите нагревание.
10. Оформите отчет об этом этапе работы.
11. Прокалите на пламени спиртовки (газовой горелки) медную спираль. Когда пламя перестанет окрашиваться в зеленый цвет, прокаливание следует прекратить.
12. Остудите спираль на воздухе, но не кладите ее на стол или какие-либо предметы.



13. Внесите спираль в пробирку с исследуемым веществом, а затем в пламя спиртовки или газовой горелки.
14. Запишите наблюдения и дайте им объяснения.

### Из истории химии

Способ открытия галогенов в органических веществах с помощью медной проволоки предложил в XIX веке русский ученый-химик Ф.Ф. Бейльштейн. В его честь эту реакцию называют пробой Бейльштейна.

## Предельные углеводороды

### Эксперимент № 100

#### **Получение метана**

1. Соберите прибор для получения газа и собирания его методом вытеснения воды.
2. Проверьте герметичность прибора.
3. На часовом стекле (на чистом листе бумаги) смешайте одну часть ацетата натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и две части натронной извести (смесь гидроксида натрия и оксида кальция).
4. Заполните смесью  $1/3$  пробирки. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.
5. Закрепите пробирку в штативе горизонтально.
6. Прогрейте пробирку и затем нагревайте смесь около дна пробирки.



7. Очень медленно передвигайте спиртовку (газовую горелку) к отверстию пробирки, чтобы новые порции исходных веществ могли вступить в реакцию.
8. Соберите выделяющийся газ в пробирку.
9. Проверьте газ на чистоту.
10. Заполните чистым метаном две пробирки.
11. В первую пробирку с метаном внесите 3—4 капли бромной воды и быстро закройте пробирку пробкой.
12. Встряхните пробирку несколько раз.
13. Во вторую пробирку добавьте 3—4 капли раствора перманганата калия. Быстро закройте пробирку пробкой и встряхните несколько раз.
14. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 101**

#### **Определение качественного состава метана (продолжение эксперимента № 100)**

1. Выньте газоотводную трубку из воды, не прекращая нагревания реакционной смеси.
2. Направьте газоотводную трубку вверх.
3. Подожгите выделяющийся метан горящей лучинкой.
4. Возьмите чистый сухой химический стакан вверх дном.
5. Держите стакан над пламенем метана так, чтобы пламя было на уровне отверстия и в середине него.
6. Заметив явные изменения на стенках стакана, переверните стакан вниз дном и налейте в него 7—10 капель известковой или баритовой  $[\text{Ba}(\text{OH})_2]$  воды.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## Непредельные углеводороды

### Алкены

#### Эксперимент № 102

#### **Получение этилена и опыты с ним**

1. Соберите прибор для получения газов и проверьте его на герметичность.
2. Положите в пробирку - реактор несколько кусочков прокаленной пемзы или насыпьте немного чистого речного песка.
3. Налейте в пробирку 3—4 мл выданной вам смеси этанола и серной кислоты.
4. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепите в штативе под углом около  $45^\circ$ . Газоотводная трубка должна быть направлена вниз.
5. Подготовьте две пробирки. В одну налейте около 3 мл раствора перманганата калия, во вторую — такой же объем бромной (иодной) воды.
6. Осторожно прогрейте пробирку - реактор и затем нагревайте только ее дно.
7. Добейтесь равномерного кипения жидкости.
8. Пропустите выделяющийся газ через раствор перманганата калия.
9. После того, как вам удастся зафиксировать явные признаки реакции, замените пробирку с прореагировавшим перманганатом калия пробиркой с бромной (иодной) водой.
10. Когда реакция с бромной (иодной) водой закончится, не прекращая нагревания, поверните газоот-



водную трубку вверх и подожгите выделяющийся газ с помощью лучинки.

11. Прекратите нагревание реакционной смеси.

12. Составьте отчет о проделанной работе.

## **Алкины**

**Внимание!** Эти работы выполняются только на занятиях кружка или факультатива под непосредственным руководством учителя.

### **Эксперимент № 103**

#### **Получение и горение ацетилена**

1. Положите в пробирку 1—2 кусочка карбида кальция величиной с горошину.
2. Налейте в пробирку раствор серной кислоты (1:3) на 1/4 объема пробирки.
3. Закройте пробирку пробкой с прямой газоотводной трубкой.
4. Соберите выделяющийся ацетилен методом вытеснения воздуха.
5. Проверьте собранный газ на чистоту.
6. Если ацетилен чист, подожгите выделяющийся газ с помощью лучинки.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 104**

#### **Отношение ацетилена к окислителям (продолжение эксперимента № 103)**

1. Наденьте на газоотводную трубку резиновую трубку со стеклянным наконечником.



2. Налейте в пробирку 2 мл подкисленного раствора перманганата калия.
3. Опустите газоотводную трубку в раствор перманганата калия.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

## Ароматические углеводороды

### *Информация к размышлению...*

Бензол — ядовитое вещество, которое поражает дыхательные пути и кожу. Пары бензола образуют с воздухом взрывоопасную смесь.

### Эксперимент № 105

#### **Свойства бензола**

1. Возьмите две пробирки. Подпишите их, используя специальный карандаш для письма по стеклу.
2. Налейте в первую пробирку около 1 мл бензола, а во вторую — такой же объем воды.
3. В обе пробирки добавьте по 2 капли растительного масла и взболтайте.
4. В две чистых пробирки налейте по 0,5 мл бензола.
5. В одну прилейте 0,5 мл бромной воды, во вторую — 0,5 мл подкисленного раствора перманганата калия. Взболтайте содержимое пробирок.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Эксперимент № 106

#### **Горение бензола**



1. Поставьте перед собой фарфоровую чашку для выпаривания наполовину наполненную песком. За чашкой поставьте спиртовку (газовую горелку).
2. Возьмите узкую полоску фильтровальной бумаги тигельными щипцами.
3. Смочите полоску фильтровальной бумаги бензолом.
4. Подожгите пропитанную бензолом бумагу на спиртовке (газовой горелке).
5. Держите горящую полоску над песком.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

## Спирты и фенолы

### *Информация к размышлению...*

Спирты и фенолы — очень ядовитые вещества. Следите за тем, чтобы рядом со склянками, в которых они находятся, не было открытого огня.

### Эксперимент № 107

#### **Взаимодействие этанола с натрием**

1. Возьмите пробирку с металлическим натрием.
2. Налейте в нее 2 мл безводного этилового спирта<sup>8</sup>.
3. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

---

<sup>8</sup> Абсолютный этанол можно получить, добавляя к спирту безводный сульфат меди(II) и встряхивая смесь. После того, как сульфат меди(II) посинеет, слить спирт в другую пробирку и добавить к нему новую порцию сульфата меди(II). Повторять операцию до тех пор, пока сульфат меди(II) не перестанет изменять окраску.



### Эксперимент № 108

#### **Свойства глицерина**

1. Налейте в пробирку 1 мл воды.
2. В эту же пробирку добавьте 1 мл глицерина и перемешайте стеклянной палочкой.
3. В полученный раствор добавляйте глицерин по каплям до тех пор, пока он не перестанет растворяться. *Внимание! Если общий объем жидкости в пробирке достигнет 4 мл, опыт прекратите!*
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.
5. На полоску фильтровальной бумаги пипеткой нанесите 2 — 3 капли глицерина. На некотором расстоянии от них нанесите 2 — 3 капли воды.
6. С помощью часов определите, через какое время испарится вода и сколько времени потребуется для испарения глицерина.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.
8. В пробирку налейте 2 мл раствора гидроксида натрия.
9. Добавьте в эту же пробирку 4 — 5 капель раствора сульфата меди(II).
10. Не сливая жидкость с осадка, прилейте 1 мл глицерина.
11. Перемешайте смесь стеклянной палочкой.
12. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

#### **ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ**

Ядовитость фенола были использована врачами — они стали применять это вещество для обеззараживания инструментов,



которые использовались при проведении хирургических инструментов. В произведениях Л.Н. Толстого, посвященных Крымской войне, вы можете найти упоминание о карболовой кислоте или карболке. Так в прошлом веке называли фенол.

### **Эксперимент № 109**

#### **Свойства фенола**

1. Налейте в пробирку 1 мл эмульсии фенола.
2. Добавьте в эту же пробирку 1 мл воды и перемешайте смесь стеклянной палочкой.
3. Проверьте, изменится ли растворимость фенола при нагревании.
4. После охлаждения эмульсии фенола прилейте в пробирку несколько капель раствора щелочи.
5. К полученному раствору прилейте несколько капель соляной или серной кислоты.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.
7. Налейте в чистую пробирку 0,5 мл прозрачного раствора фенола.
8. Добавляйте к раствору фенола концентрированный раствор бромной воды до появления явных признаков реакции.
9. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 110**

#### **Синтез бромэтана**



**Задание**

*Прочитайте описание работы, которую вам предстоит выполнить. На основе описания составьте алгоритм ваших действий, обращая особое внимание на приемы безопасной работы.*

В круглодонную колбу на 50—100 мл наливают смесь этанола и раствора серной кислоты, добавляют по каплям и при непрерывном перемешивании 3 мл воды и 5 г бромида натрия.

Колбу закрывают пробкой с прямым воздушным или водяным холодильником, аллонж которого опущен в приемник со льдом. Колбу нагревают на водяной бане или через асбестовую сетку (огнезащитную прокладку) до тех пор, пока в приемнике скапливается тяжелая маслянистая жидкость.

Полученный бромэтан отделяют от воды с помощью делительной воронки.

*Покажите составленный вами алгоритм учителю и, получив его разрешение, приступайте к работе.*

## **Альдегиды и кетоны**

### **Эксперимент № 111**

#### **Получение альдегида и кетона**

##### **А. Окисление оксидом меди(II).**

1. На стеклянную палочку навейте медную проволоку (5—6 витков).



2. Снимите полученную спираль и, держа ее тигельными щипцами за прямой конец проволоки, прокалите в пламени спиртовки (газовой горелки).
3. Налейте в пробирку 2—3 мл этилового спирта.
4. Опустите раскаленную медную спираль в спирт.
5. Закройте пробирку пробкой.
6. Снова раскалите медную спираль и опустите в спирт. Повторите несколько раз, не забывая быстро закрывать пробирку пробкой.
7. Откройте пробирку и определите запах находящегося в ней вещества.
8. Повторите опыт, заменив этанол пропанолом-2.
9. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

#### **Б. Окисление перманганатом калия**

1. Налейте в пробирку 2—3 мл этилового спирта.
2. Добавьте столько же подкисленного раствора перманганата калия.
3. Слегка подогрейте реакционную смесь.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

#### ***Информация к размышлению...***

Формальдегид вызывает денатурацию белков (вспомните курс общей биологии!). Это его свойство используется медицине и биологии для сохранения биологических объектов.



**Эксперимент № 112****Свойства формальдегида**

1. Нагрейте в химическом стакане воду до кипения, но не кипятите.
2. Поставьте стакан на асбестовую сетку так, чтобы он не мешал Вам работать.
3. В пробирке прокипятите 4 — 5 мл раствора карбоната натрия в течение 1 — 2 минут.
4. После охлаждения слейте раствор сполосните пробирку дистиллированной водой.
5. Налейте в эту пробирку 1 мл аммиачного раствора оксида серебра.
6. Аккуратно по стенке прилейте 4--5 капель раствора формальдегида.
7. Закрепите пробирку в держателе для пробирок.
8. Опустите пробирку в стакан с горячей водой.
9. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Задание**

*Иногда вместо блестящего зеркала жидкость приобретает коричневатый цвет. Объясните: а) почему это происходит; б) какое вещество изменяет окраску жидкости.*

**Карбоновые кислоты и их производные****Информация к размышлению...**

Хотя карбоновые кислоты, с которыми вам предстоит работать, значительно уступают по силе таким неорганическим (минеральным) кислотам, как



серная или соляная, их попадание на кожу может вызвать серьезные ожоги.

### **Эксперимент № 113**

#### **Получение карбоновых кислот и изучение их свойств**

1. В выданную вам пробирку с ацетатом натрия добавьте 2—3 мл раствора серной кислоты.
2. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Свободный конец газоотводной трубки опустите в пустую пробирку, находящуюся в стакане с холодной водой.
3. Прогрейте всю пробирку - реактор, затем нагревайте только реакционную смесь.
4. Прекратите нагревание пробирки - реактора после того, как в приемнике соберется около 2 мл жидкости.
5. Разделите полученную кислоту на две части.
6. К первой части кислоты добавьте 1—2 капли лакмуса или метилоранжа, а затем приливайте раствор щелочи. Момент окончания реакции определите самостоятельно.
7. Вторую часть полученной кислоты разбавьте вдвое водой и добавьте к ней магниевый порошок (на кончике шпателя).
8. Налейте в две чистые пробирки по 2 мл раствора мыла.
9. В первую пробирку добавляйте по каплям раствор соляной кислоты, во вторую — раствор хлорида кальция.
10. Повторите действия 8 и 9, заменив раствор мыла раствором стирального порошка.



11. Составьте отчет о проделанной работе.

**Информация к размышлению...**

Сложные эфиры представляют собой легколетучие жидкости. Смесь их паров с воздухом взрывоопасна.

**Эксперимент № 114**

**Синтез этилацетата**

Прочитайте описание работы и на его основании составьте алгоритм ваших действий.

В колбу Вюрца помещают несколько кусочков прокаленной пемзы или промытого кварцевого песка и наливают 10—12 мл смеси, состоящей из этилового спирта, уксусной и серной кислот. Колбу закрывают пробкой с термометром и подсоединяют к прямому воздушному или водяному холодильнику. Аллонж холодильника опускают в коническую колбу, находящуюся в кристаллизаторе со льдом.

Реакционную смесь нагревают на водяной бане до тех пор, пока перегонка эфира не замедлится.

Чтобы образовавшийся эфир отделить от спирта, в приемник добавляют воды, взбалтывают и разделяют смесь в делительной воронке.



## Углеводы

### Из истории химии

Сравнение состава разных углеводов приводит к общей формуле  $C_x(H_2O)_y$ . Отсюда и произошло их общее название. Дальнейшее изучение веществ этого класса показало, что состав некоторых углеводов не совпадает с приведенной общей формулой.

### Задание

*Назовите хотя бы один углевод, состав которого отличается от общей формулы  $C_x(H_2O)_y$ . Напишите структурную формулу этого вещества.*

### Эксперимент № 115

#### **Качественные реакции на глюкозу**

##### **А. Реакция серебряного зеркала.**

1. Вскипятите в химическом стакане воду. Объем воды должен быть не более половины объема стакана.
2. Налейте в пробирку раствор карбоната натрия так, чтобы он занял 1/4 объема пробирки.
3. Прокипятите раствор в течение нескольких минут.
4. Слейте раствор из пробирки в банку для отходов.
5. Промойте пробирку несколько раз дистиллированной водой.



6. Налейте в пробирку 1 мл аммиачного раствора оксида серебра.
7. Аккуратно по стенке пробирки прилейте 0,5 мл раствора глюкозы.
8. Осторожно опустите пробирку в горячую воду так, чтобы часть пробирки с реакционной смесью оказалась под водой.
9. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

#### **Б. Реакция с гидроксидом меди**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора сульфата меди(II).
2. Добавляйте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка.
3. Прилейте еще 1 мл раствора гидроксида натрия.
4. В смесь, находящуюся в пробирке, прилейте 4—5 капель раствора глюкозы.
5. Несколько раз энергично встряхните пробирку.
6. Нагрейте пробирку на пламени спиртовки (газовой горелки).
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 116**

#### ***Изменение сахара при нагревании***

1. Разотрите в ступке сахарный песок до мелкого порошка.
2. Наполните сахарозой  $\frac{1}{4}$  пробирки.
3. Медленно нагревайте сахарозу в пламени спиртовки (газовой горелки).
4. Отлейте часть расплавленной массы на сложенный в несколько раз лист чистой бумаги.
5. Оставшуюся часть продолжайте нагревать.



6. Подожгите выделяющиеся газы с помощью лучинки.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 117**

#### **Очистка сахара**

1. В химический стакан налейте 10 мл 20%-ного раствора сахарозы.
2. Добавьте такой объем известкового молока<sup>9</sup>, чтобы часть извести осталась нерастворенной.
3. Перемешайте жидкость в стакане.
4. Отфильтруйте часть раствора в пробирку.
5. Пока проходит фильтрование, соберите прибор для получения углекислого газа.
6. Пропускайте углекислый газ через фильтрат.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 118**

#### **Гидролиз сахарозы**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора сахарозы.
2. Добавьте к нему 2—3 капли раствора серной кислоты.
3. Прокипятите смесь в течение нескольких минут.
4. Пока смесь остывает, получите в другой пробирке гидроксид меди(II) из сульфата меди(II) и гидроксида натрия.
5. Прилейте к осадку содержимое первой пробирки. Смесь подогрейте.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

---

<sup>9</sup> Взвесь гидроксида кальция в воде.



**Эксперимент № 119****Приготовление крахмального клейстера**

1. Вскипятите 20 мл воды в химическом стакане.
2. В ступке разотрите около 1 г крахмала.
3. Перенесите растертый крахмал в пробирку.
4. Долейте в пробирку с крахмалом холодную воду так, чтобы объем жидкости составил не более  $\frac{1}{3}$  пробирки.
5. Взболтайте жидкость в пробирке и быстро перелейте в кипящую воду.
6. Перемешайте содержимое химического стакана стеклянной палочкой.
7. Погасите спиртовку (газовую горелку).
8. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 120****Гидролиз крахмала**

- I. В пробирку налейте 3—4 мл раствора крахмала.
- II. Добавьте 1—2 мл раствора серной кислоты.
- III. Смесь прокипятите в течение 5 минут.
- IV. Пока смесь охлаждается, проведите другой опыт:
  - A. Хорошо пережуйте кусочек черного хлеба в течение 2—3 минут.
  - B. Смоченный слюной хлеб поместите в пробирку.
  - C. Добавьте в пробирку раствор гидроксида натрия так, чтобы весь хлеб был покрыт жидкостью.
  - D. Добавьте несколько капель раствора сульфата меди(II).



- Е. Нагрейте смесь.
- V. Нейтрализуйте серную кислоту в остывшем растворе, добавив в пробирку 3—4 мл гидроксида натрия.
- VI. Проведите реакцию с гидроксидом меди(II).
- VII. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 121**

#### ***Растворение целлюлозы в реактиве Швейцера***

1. Налейте в пробирку 5 мл реактива Швейцера<sup>10</sup>.
2. Положите в растворе небольшой кусочек ваты.
3. Размешивайте до тех пор, пока вата не растворится.
4. Отфильтруйте через стеклянную вату раствор в другую пробирку.
5. К полученному раствору добавляйте по каплям раствор соляной кислоты до появления явных признаков реакции.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

---

<sup>10</sup> Для приготовления реактива Швейцера (гидроксид тетраамминмеди) к 20 — 30 мл концентрированного раствора сульфата меди(II) приливают равный объем раствора гидроксида натрия. Дают осадку отстояться и промывают его декантацией 3—4 раза. Промытый осадок растворяют в 25%-ном растворе аммиака.



## **Амины. Аминокислоты. Белки**

### **Эксперимент № 122**

#### **Определение качественного состава белков**

1. Налейте в пробирку 2 мл белка куриного яйца.
2. Добавьте 2 мл раствора гидроксида натрия.
3. Прокипятите смесь в течение нескольких минут, держа у отверстия пробирки влажную красную лакмусовую бумажку.
4. Дайте реакционной смеси остыть.
5. К холодной реакционной смеси добавьте 2—3 капли ацетата свинца (ЯД!).
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 123**

#### **Денатурация белков**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора белка куриного яйца.
2. Нагрейте раствор до кипения.
3. В чистую пробирку налейте 1 мл раствора белка куриного яйца.
4. Добавляйте по каплям раствор ацетата свинца (ЯД!).
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 124**

#### **Биуретовая реакция**

1. Налейте в пробирку 1 мл раствора белка куриного яйца.
2. Добавьте 5—6 капель раствора гидроксида натрия.



3. Перемешайте стеклянной палочкой реакционную смесь.
4. Прилейте 5—6 капель раствора сульфата меди(II) и перемешайте.
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 125**

#### ***Ксантопротеиновая реакция***

1. К 1 мл раствора белка куриного яйца прилейте 5—6 капель концентрированной азотной кислоты.
2. Стеклянной палочкой осторожно перемешайте реакционную смесь.
3. Через 1—1,5 минуты слегка нагрейте смесь веществ.
4. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 126**

#### ***Обнаружение белков в продуктах питания***

Белки входят в состав многих продуктов питания: молоко, сырое мясо, сырая рыба, пшеничная мука. Выберите из этого списка любой продукт и, пользуясь описанием опытов (см. выше), докажите, что в них действительно есть белки.

Запишите ход эксперимента, свои наблюдения и выводы.

## **Полимеры**

### **Эксперимент № 127**

#### ***Термопластичность полимеров***

1. Тигельными щипцами возьмите небольшой кусочек полиэтилена.



2. Подержите его высоко над пламенем спиртовки (газовой горелки) так, чтобы он не загорелся.
3. Попробуйте изменить его форму, прижимая кусочек к основанию штатива.
4. Повторите опыт с другими полимерами (поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат).
5. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### Эксперимент № 128

#### **Горение**

1. Поставьте перед собой фарфоровую чашку для выпаривания, наполовину наполненную речным песком, и за ней разместите спиртовку (газовую горелку).
2. Возьмите тигельными щипцами небольшой кусочек полиэтилена.
3. Внесите полиэтилен в пламя спиртовки (газовой горелки).
4. Когда полиэтилен загорится, удалите его из пламени спиртовки (газовой горелки).
5. Держите горящий полиэтилен над чашкой с песком.
6. Повторите опыт с другими полимерами (поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат).
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



**Эксперимент № 129****Отношение полимеров к растворам кислот и щелочей**

1. Приготовьте столько пробирок, сколько образцов полимеров есть на вашем рабочем столе.
2. В каждую пробирку положите по небольшому кусочку полимера.
3. Добавьте в пробирки столько раствора серной кислоты, чтобы образцы полимеров были полностью закрыты жидкостью.
4. Через 10 минут слейте кислоту в банку для отходов, промойте образцы водой, промокните фильтровальной бумагой и рассмотрите.
5. Повторите опыт, заменив раствор серной кислоты раствором гидроксида натрия.
6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

**Эксперимент № 130****Отношение полимеров к окислителям**

1. Приготовьте столько пробирок, сколько образцов полимеров есть на вашем рабочем столе.
2. В каждую пробирку положите по небольшому кусочку полимера.
3. Добавьте в пробирки столько подкисленного раствора перманганата калия, чтобы образцы полимеров были полностью закрыты жидкостью.
4. Через 10 минут слейте раствор в банку для отходов, промойте образцы водой, промокните фильтровальной бумагой и рассмотрите.
5. Повторите опыт, заменив раствор перманганата калия подкисленным раствором бихромата калия.



6. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 131**

#### **Обнаружение хлора в поливинилхлориде (проба Бейльштейна)**

1. Навейте медную проволоку на стеклянную палочку, чтобы получилась спираль (4—5 витков).
2. Снимите спираль со стеклянной палочки и возьмите прямой конец проволоки тигельными щипцами.
3. Прокалите медную спираль в пламени спиртовки (газовой горелки) до исчезновения окраски пламени.
4. Остудите спираль на воздухе (не кладите ни на стол, ни на асбестовую сетку, ни на основание штатива, иначе придется прокалывать снова).
5. Закрепите между витками спирали небольшой кусочек (размером с булавочную головку) поливинилхлорида.
6. Внесите спираль с поливинилхлоридом в пламя спиртовки (газовой горелки).
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 132**

#### **Исследование продуктов разложения полимеров**

1. Подберите к пробирке пробку с изогнутой газоотводной трубкой.
2. Проверьте прибор на герметичность.
3. Если прибор держит, положите в пробирку небольшой кусочек поливинилхлорида.
4. Закрепите прибор в лапке штатива под углом около  $45^{\circ}\text{C}$ .



5. Прогрейте всю пробирку, затем нагревайте только ту ее часть, в которой находится полимер.
6. Пропустите выделяющийся газ через раствор синего лакмуса.
7. Замените пробирку с лакмусом пробиркой с раствором нитрата серебра.
8. Повторите опыт, заменив поливинилхлорид а) полиэтиленом, б) полистиролом, в) полиметилметакрилатом. Продукты разложения пропускайте через раствор перманганата калия и бромную воду.
9. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 133**

#### **Горение волокон**

1. Поставьте перед собой фарфоровую чашку для выпаривания, наполовину наполненную речным песком, и за ней разместите спиртовку (газовую горелку).
2. Возьмите тигельными щипцами небольшой образец выданного вам волокна.
3. Внесите волокно в пламя спиртовки (газовой горелки).
4. Когда волокно загорится, удалите его из пламени спиртовки (газовой горелки).
5. Держите горящее волокно над чашкой с песком.
6. Повторите опыт с другими волокнами.
7. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.

### **Эксперимент № 134**

#### **Отношение волокон к кислотам и щелочам**



1. Приготовьте три пробирки и пронумеруйте их с помощью специального карандаша для письма по стеклу.
2. В каждую пробирку положите по небольшому образцу волокна (4—5 нитей).
3. В первую пробирку налейте концентрированную азотную кислоту (ОСТОРОЖНО!) так, чтобы волокно было полностью покрыто жидкостью.
4. К образцу во второй пробирке прилейте, соблюдая особые меры осторожности, концентрированную серную кислоту.
5. В третью пробирку добавьте раствор гидроксида натрия.
6. Через 5—7 минут рассмотрите волокна.
7. Повторите опыт с образцами других волокон.
8. Запишите наблюдения и дайте им объяснение.



## **Глава 5**

### **Решаем экспериментальные задачи**

Вы знаете, какие задачи стоят перед химией (или, другими словами, что является предметом химии). Среди них обратим особое внимание на две:

1. Получение веществ.

2. Установление состава веществ.

Эти задачи можно решить только опытным путем, поэтому их называют экспериментальными задачами. Чтобы решить их, нужно знать и свойства веществ, и способы их получения. Кроме этого, необходимо уметь планировать и проводить химический эксперимент.

### **Получение веществ**

В этой части книги приведены описания работ, которые можно использовать на заключительных уроках химии в 11 классе для организации практикума.

### **Неорганические вещества**

#### **Эксперимент № 135**

#### **Водород**

Эксперимент по получению водорода, его собиранию в сосуд и доказательству его наличия уже описан в этой книге и вам хорошо известен. Обратите внимание на то, что при получении водорода из



соляной кислоты выделяющийся газ всегда содержит примесь хлороводорода, от которого водород нужно очистить. Приступая к выполнению этой работы, подумайте над вопросами:

1. Как очистить водород от примеси хлороводорода?
2. Можно ли получить водород, действуя на металл раствором щелочи?

Во время выполнения работы обратите особое внимание на правила безопасной работы:

1. Как работать с горючим газом?
2. Как правильно закрепить пробирку в штативе?
3. Как проверить герметичность приборов?
4. Какие правила следует выполнять при работе с едкими веществами?

### **Эксперимент № 136**

#### **Питьевая сода**

Найдите в литературе химическую формулу пищевой соды и дайте этому соединению номенклатурное название. Напишите уравнения реакций, в результате которых можно получить пищевую соду, имея в своем распоряжении растворы гидроксида натрия и соляной кислоты, а также карбонат кальция (мрамор).

При выполнении этой работы очень важно точно зафиксировать момент образования пищевой соды. Это можно сделать с помощью индикатора (вспомните о гидролизе солей и запишите уравнения гидролиза стиральной и пищевой соды).



## Эксперимент № 137

### **Свинец**

Свинец можно получить из его оксида восстановлением на древесном угле. Для работы потребуется паяльная трубка, с которой мы еще не встречались.



**Рисунок 49. Работа с паяльной трубкой**

Узкая часть паяльной трубки вводится в пламя, а через широкую часть вдувается воздух. В зависимости от того, в какой части пламени находится паяльная трубка, можно получить или окислительное, или восстановительное пламя. Для получения восстановительного пламени трубку нужно опустить как можно ниже. Восстановительные свойства пламени будут обусловлены наличием в нем продуктов неполного сгорания органических веществ.



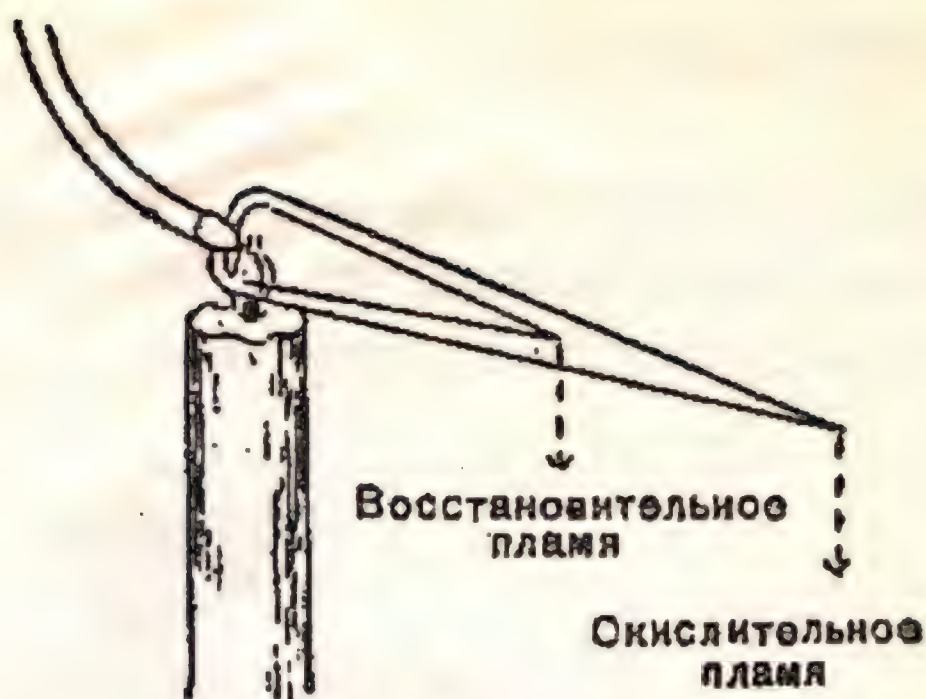


**Рисунок 50. Получение восстановительного пламени**

Для восстановления свинца в куске угля делают небольшое воронкообразное углубление и помещают в него смесь равных объемов оксида свинца и угольного порошка. Сверху смесь прикрывают примерно на  $\frac{3}{4}$  небольшим куском угля.

Подготовленный уголь нужно положить на сетку, которая расположена на кольце штатива. Важно, чтобы уголь находился на одном уровне с пламенем спиртовки (газовой горелки).

В пламя вносят паяльную трубку и, получив восстановительное пламя, направляют его на смесь оксида свинца с углем. Нагревание ведут до тех пор, пока не станет заметным появление блестящих расплавленных капелек свинца. Дальнейшее нагревание приведет к тому, что мелкие капли свинца сольются в одну большую каплю.



### **Эксперимент № 138**

#### **Перлы буры**

Из соединений бора наибольшее практическое значение имеет десятиводный кристаллогидрат тетрабората натрия, называемый обычно бурой. В расплавленном состоянии бура взаимодействует с оксидами различных металлов. При этом образуются так называемые перлы буры — окрашенные двойные соли метаборной кислоты.

Эксперимент достаточно прост в выполнении. Вы сможете найти его подробное описание во многих книгах. Необходимо только помнить, что исходное вещество — тетраборат натрия — ядовитая соль. Брать ее можно только шпателем, остерегаясь попадания на руки.

После выполнения работы подумайте над вопросами:

1. Почему при сплавлении буры с разными солями полученные перлы имеют разную окраску?
2. Можно ли предсказать окраску перлов, не проводя эксперимента?

### **Эксперимент № 139**

#### **Оксид меди(I)**

Успешность получения оксида меди(I) во многом зависит от техники проведения эксперимента, потому ниже приведена достаточно подробная инструкция по его выполнению.



К 5—7 каплям раствора сульфата меди(II) добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до образования осадка. Затем внесите еще 5—7 капель щелочи и столько же раствора глюкозы. Смесь хорошо перемешайте и нагрейте.

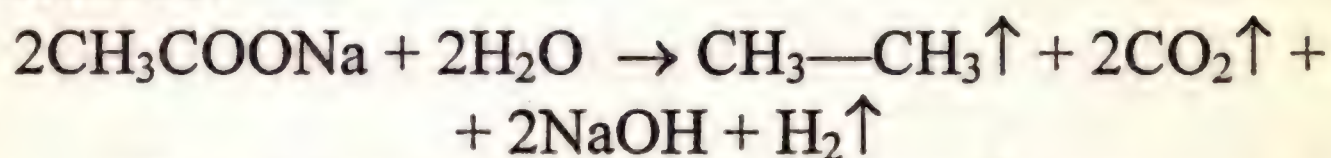
При оформлении отчета о проделанной работе вы должны обосновать необходимость избытка щелочи и объяснить, почему реакционная смесь несколько раз изменила окраску.

## Органические вещества

### Эксперимент № 140

#### **Этан**

В лаборатории этан получают электролизом по Кольбе:



Для реакции берут насыщенный раствор ацетата натрия и проводят электролиз при напряжении постоянного тока в 12 В. Не рекомендуется нагревать электролит выше 20—25°C.

После вытеснения воздуха из прибора для электролиза собирают выделяющиеся в катодном и анодном пространствах газы и, проверив их на чистоту, поджигают. Полученный этан очищают от углекислого газа. Для этого этан собирают методом вытеснения воды, в которой растворен гидроксид кальция.

Приступая к выполнению работы подумайте над вопросами:



1. Как не допустить нагревания электролита?
2. При получении этана U-образную трубку прибора почти доверху заполняют электролитом. Для чего это делают?
3. Как проверить, можно ли поджигать выделяющиеся газы?

### Эксперимент № 141

#### **Этилен**

Этилен получают из этанола реакцией внутримолекулярной дегидратации. К спирту добавляют небольшой объем концентрированной серной кислоты и полученную реакционную смесь нагревают.

Выделяющий этилен или пропускают последовательно через растворы бромной (иодной) воды и перманганата калия, или собирают в две пробирки, в которые потом добавляют по несколько капель тех же растворов. Прежде чем поджечь, этилен обязательно проверяют на чистоту.

Перед выполнением работы найдите ответы на следующие вопросы:

1. Какую роль в дегидратации спирта выполняет концентрированная серная кислота?
2. В какой последовательности нужно наливать исходные вещества в пробирку? Почему?
3. Как добиться равномерного (без толчков и выбросов) кипения смеси?
4. Почему выделяющийся газ имеет характерный запах, хотя сам этилен не пахнет? По-



чему реакционная смесь изменяет свою окраску?

5. Что делать, если жидкость — раствор перманганата калия или бромная вода — начинает подниматься по газоотводной трубке в пробирку - реактор?

## Эксперимент № 142

### **Сложные эфиры**

В книге достаточно подробно описан способ получения этилового эфира уксусной кислоты. Таким же методом можно получить и другие сложные эфиры.

**Синтез этилформиата.** Реактивы: раствор муравьиной кислоты (1:1), раствор серной кислоты (1:1), этиловый спирт. На один объем спирта берут один объем серной кислоты и один объем муравьиной кислоты.

Температура кипения этилформиата равна 54,2°C.

**Синтез изоамилацетата.** Реактивы: раствор серной кислоты (1:1), 80%-ная уксусная кислота, изоамиловый спирт. На один объем спирта берут один объем серной кислоты и один объем уксусной кислоты.

Температура кипения изоамилацетата 142°C.

Перед выполнением работы найдите ответы на вопросы:

1. Сложные эфиры — огнеопасные вещества. Предложите безопасный способ нагревания реакционной смеси.



2. Какова роль серной кислоты в получении сложных эфиров?

### **Эксперимент № 143**

#### **Мыло**

В промышленности мыло получают щелочным гидролизом жиров (так называемое омыление жиров). Данная работа моделирует промышленный процесс варки мыла.

На штативе закрепите кольцо и над ним лапку. На кольцо положите асбестовую сетку.

В круглодонную колбу на 100 мл налейте 10—15 мл насыщенного водного раствора гидроксида натрия. К нему добавьте 25 мл этилового спирта и 10—15 г свиного сала. Закройте колбу пробкой с обратным воздушным холодильником.

Закрепите в штативе колбу так, чтобы ее дно касалось асбестовой сетки. Нагревайте смесь, время от времени потряхивая колбу, до тех пор, пока не исчезнет сало и жидкость не станет однородной.

После того, как жидкость немного остынет, вылейте содержимое колбы в стакан с насыщенным раствором поваренной соли (процесс высаливания). Отфильтруйте мыло и спрессуйте его.

### **Эксперимент № 144**

#### **Глюкоза**

Глюкозу можно получить из крахмального клейстера и древесных опилок.

**Получение из крахмального клейстера.** В стакан налейте крахмальный клейстер, добавьте рас-



твор серной кислоты и нагревайте, поддерживая слабое кипение и следя за тем, чтобы реакционная смесь не обуглилась.

Отношение объемов крахмального клейстера и раствора серной кислоты должно быть около 6:1.

Время от времени проверяйте, прошел ли гидролиз (см. иодкрахмальная реакция. Учтите, что горячий крахмальный клейстер может не дать характерного окрашивания).

Заключительная стадия процесса состоит в выделении глюкозы из реакционной смеси с помощью гидроксида кальция и удаления воды.

**Получение из целлюлозы.** Опыт можно провести, заменив крахмальный клейстер древесными опилками. Не следует брать опилки хвойных пород деревьев, так как они содержат много смол. Принципиального различия в проведении эксперимента по первому и второму вариантам нет.

## **Идентификация веществ**

Установлением качественного и количественного состава веществ занимается аналитическая химия. В зависимости от того, что нам нужно установить: какие элементы входят в состав анализируемого вещества (какие элементы образуют данную смесь) или каково соотношение между этими элементами, — различают качественный и количественный анализ.

В современной аналитической химии широко используют специальные методы исследования веществ, сложное оборудование. Но и старые добрые



приемы определения качественного и количественного состава по-прежнему остаются на вооружении химиков.

Состав вещества определяют с помощью так называемых качественных реакций, то есть таких реакций, которые характерны только для данного вещества. Иногда приходится проводить несколько реакций, чтобы определить наличие того или иного иона в веществе. Например, ион серебра образует белые нерастворимые в воде вещества и с хлорид-ионом, и с карбонат-ионом. Но карбонат серебра растворяется в азотной кислоте с выделением углекислого газа, а хлорид серебра в азотной кислоте не растворяется. Если бы мы провели только одну реакцию, то было бы непонятно, какой из двух ионов находится в растворе. Дополнительное использование азотной кислоты позволяет однозначно определить хлорид- и карбонат-ионы.

### Задание

*Пользуясь учебниками химии и своими записями в тетради, составьте таблицу качественных реакций на изученные ионы.*

| Определяемый<br>ион | Реактив | Признак<br>реакции | Уравнение<br>реакции |
|---------------------|---------|--------------------|----------------------|
|---------------------|---------|--------------------|----------------------|

Знание качественных реакций не является залогом успеха в определении состава вещества. Нужно уметь правильно составить план определения веществ и правильно провести химические реакции.

Запомните следующие правила:



1. Никогда не проводите определения веществ в тех пробирках, в которых они вам выданы учителем или лаборантом.
2. Прежде чем начать определение, составьте его план.
3. Для определения берите минимально возможные объемы растворов (массы твердых веществ).
4. Никогда не пользуйтесь для отбора проб разных веществ одним и тем же шпателем или одной и той же пипеткой.
5. Определив вещества, не выливайте растворы пока не покажете их учителю.

Рассмотрим пример из неорганической химии.

Предположим, что для анализа даны растворы веществ I, II, III и IV. В нашем распоряжении имеются реактивы X, Y и Z. Составим таблицу взаимодействия каждого из реактивов с каждым из исследуемых растворов. Знаком «+» обозначим протекание химической реакции, знаком «—» — отсутствие внешних признаков.

#### Результаты испытаний неизвестных растворов

| Исследуемый раствор | Реактив X | Реактив Y  | Реактив Z   |
|---------------------|-----------|------------|-------------|
| I                   | —         | +(желтый↓) | +(желтый↓)  |
| II                  | +(белый↓) | —          | +(белый↓)   |
| III                 | —         | —          | +(голубой↓) |
| IV                  | —         | +(белый↓)  | —           |



**Задание**

Предположим, что вам выдан раствор неизвестного вещества. Известно только, что это может быть один из растворов I, II, III или IV.

1. Какой метод предложили бы Вы для того, чтобы, основываясь на данных приведенной таблицы, опознать этот раствор по его реакциям с реактивами X, Y и Z?

2. Сколько опытов (проб) понадобится для этого?

3. Достаточно ли для идентификации раствора установить, что его проба на реактив X отрицательна (—), а проба на реактив Y положительна (+)?

**Идентификация неорганических веществ****Эксперимент № 145****Составление справочной таблицы для определения неизвестных веществ**

1. Получите у учителя или лаборанта пробирки с растворами I, II, III и IV, а также склянки с реактивами Q, R, S.
2. Проведите реакции каждого из неизвестных растворов с каждым реактивом.
3. На основании проведенного эксперимента заполните таблицу:



### Результаты испытаний неизвестных растворов

| Исследуемый<br>раствор | Реактив<br>Q | Реактив<br>R | Реактив<br>S |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| I                      |              |              |              |
| II                     |              |              |              |
| III                    |              |              |              |
| IV                     |              |              |              |

4. Изучите полученные данные и установите, какие реакции позволяют различить эти растворы.

### Эксперимент № 146

#### Определение одного вещества

1. Получите у учителя или лаборанта пробирку V.
2. Проведите необходимые реакции, чтобы определить, к какому из растворов — I, II, III или IV — относится исследуемый вами образец.

### Задание

Проанализируйте составленную вам таблицу и попытайтесь выявить те признаки, по которым можно установить наличие в смеси VI каждой из возможных комбинаций растворов I, II, III и IV. Учтите, что эти растворы друг с другом не реагируют. Итоги ваших размышлений запишите в таблицу:

| Смеси<br>растворов | Реактив<br>Q | Реактив<br>R | Реактив<br>S |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| I и II             |              |              |              |



| Смеси<br>растворов | Реактив<br>Q | Реактив<br>R | Реактив<br>S |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| I и III            |              |              |              |
| I и IV             |              |              |              |
| II и III           |              |              |              |
| II и IV            |              |              |              |
| III и IV           |              |              |              |

### **Эксперимент № 147**

#### **Определение состава смеси веществ**

1. Получите у учителя или лаборанта пробирку VI, в которой находится смесь, состоящая из двух веществ.
2. Проведите необходимые реакции, чтобы определить, какие вещества образуют выданную вам смесь.

### **Эксперимент № 148**

#### **Определение ионов металлов главных подгрупп периодической системы**

1. В трех пробирках вам выданы растворы соляной кислоты, хлорида натрия и хлорида калия. С помощью качественных реакций определите содержимое каждой из пробирок.
2. В трех пробирках находятся растворы нитрата натрия, нитрата бария и нитрата алюминия. Опытным путем определите содержимое каждой из пробирок.



**Эксперимент № 149****Определение ионов металлов побочных подгрупп периодической системы**

1. В трех пробирках находятся растворы сульфата железа(II), сульфата железа(III) и сульфата алюминия. Проведите химические реакции, с помощью которых можно определить содержимое каждой из пробирок.
2. В склянках без этикеток находятся твердые вещества: безводный сульфат меди(II), нитрат серебра, сульфат железа(II). Как, используя минимальное число реактивов, определить содержимое каждой склянки?
3. В пяти пробирках находятся растворы нитратов калия, алюминия, серебра, меди(II) и железа(III). Какие из растворов можно определить, не проводя химических реакций? Как определить содержимое остальных пробирок? Проведите эксперимент и на его основе укажите содержимое каждой из пробирок.

**Эксперимент № 150****Определение анионов, образованных неметаллами VI и VII групп периодической системы**

1. С помощью реактивов, находящихся на вашем столе, определите, в каких пробирках находится каждый из перечисленных растворов: хлорид натрия, бромид натрия, иодид натрия.



2. В трех пробирках находятся растворы сульфида натрия, сульфита натрия и сульфата натрия. Определите содержимое каждой из пробирок.

### **Эксперимент № 151**

#### **Определение анионов, образованных неметаллами IV и V групп периодической системы**

1. В склянках без этикеток находятся твердые вещества: хлорид натрия, нитрат натрия и фосфат натрия. Проведите необходимые реакции, чтобы определить содержимое каждой из склянок.
2. Вам даны три неподписанных пробирки, в которых налиты растворы нитрата натрия, карбоната натрия и силиката натрия. Используя минимальное число реактивов, определите содержимое каждой из пробирок.
3. В пяти пробирках находятся растворы сульфата калия, фосфата калия, карбоната калия, бромида калия, нитрата калия. Определите содержимое каждой из пробирок.

### **Эксперимент № 152**

#### **Определение веществ без использования дополнительных реактивов**

1. В двух пробирках находятся растворы хлорида цинка и гидроксида калия. Не используя никаких других веществ, определите содержимое каждой из пробирок.
2. В трех пробирках находятся растворы гидроксида натрия, нитрата серебра и хлорида бария. Не ис-



пользуя никаких других реактивов, определите содержимое каждой пробирки.

## Идентификация органических веществ

Для определения органических веществ можно воспользоваться таблицей:

### Качественные реакции органических веществ

| Класс веществ | Реактив                       | Признак реакции                                                                                          | Объяснение                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Алканы        | —                             | —                                                                                                        | Алканы химически неактивны.                                                                                                                                  |
| Малые циклы   | Бромная вода<br>$\text{Br}_2$ | Обесцвечивание.                                                                                          | Происходит присоединение брома при разрыве С-С связей в цикле.                                                                                               |
| Алкены        | Бромная вода<br>$\text{Br}_2$ | Обесцвечивание.                                                                                          | Происходит присоединение брома по двойной связи.                                                                                                             |
| Алкены        | Раствор перманганата калия    | Обесцвечивание, если раствор подкислен; обесцвечивание и выпадение бурого осадка, если раствор щелочной. | В первом случае происходит полный разрыв двойной связи с образованием кислот или кетонов; во втором случае разрывается только $\pi$ -связь и образуется диол |



| Класс веществ                  | Реактив                                        | Признак реакции                                                                                                 | Объяснение                                                                                                |
|--------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Алкины                         | Бромная вода<br>$\text{Br}_2$                  | Обесцвечивание.                                                                                                 | Происходит присоединение брома по тройной связи.                                                          |
| Ацетилен                       | Аммиачный раствор оксида серебра               | Выпадение белого осадка                                                                                         | Образуется ацетиленид серебра                                                                             |
| Спирты (вторичные и третичные) | Реактив Лукаса<br>$\text{HCl} + \text{ZnCl}_2$ | Образование маслянистой жидкости при обычных условиях (третичные спирты) или при нагревании (вторичные спирты). | Происходит замещение гидроксильной группы на атом хлора. В результате реакции образуется хлорпроизводное. |
| Фенол                          | Бромная вода<br>$\text{Br}_2$                  | Выпадает белый осадок.                                                                                          | Образуется нерастворимый трибромфенол.                                                                    |
| Фенол                          | Раствор хлорида железа(III)<br>$\text{FeCl}_3$ | Жидкость окрашивается в фиолетовый цвет.                                                                        | Образуется сложная соль железа — хлорид и фенолят одновременно.                                           |
| Спирты многоатомные            | Свежеосажденный гидроксид меди(II)             | Растворение осадка гидроксида меди(II). Жидкость окрашивается в синий цвет.                                     | Образуется растворимое комплексное соединение.                                                            |
| Альдегиды                      | Свежеосажденный гидроксид                      | Осадок изменяет цвет на желтый, затем на красный.                                                               | Гидроксид меди(II) восстанавливается до гидроксида                                                        |



| Класс веществ | Реактив                                                              | Признак реакции                                                                                                                                                            | Объяснение                                                                           |
|---------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|               | меди(II) и нагревание                                                |                                                                                                                                                                            | меди(I) (желтый). Затем гидроксид меди(I) распадается на воду и оксид меди(I)        |
| Альдегиды     | Гидроксид диамминсеребра и нагревание                                | Образование блестящего слоя серебра на внутренних стенках пробирки («серебряное зеркало») или мелкодисперсного серебра (если пробирка грязная или если жидкость закипела). | Восстановление серебра и окисление карбонильной группы до карбоксильной.             |
| Кислоты       | Лакмус, метилоранж                                                   | Жидкость окрашивается в красный цвет.                                                                                                                                      | В растворе кислоты есть ионы водорода.                                               |
| Глюкоза       | Свежеосажденный гидроксид меди(II) — реакция на гидроксильные группы | Растворение осадка гидроксида меди(II). Жидкость окрашивается в синий цвет.                                                                                                | Образуется растворимое комплексное соединение.                                       |
| Глюкоза       | Свежеосажденный гидроксид меди(II) и нагревание — реакция            | Осадок изменяет цвет на желтый, затем на красный.                                                                                                                          | Гидроксид меди(II) восстанавливается до гидроксида меди(I) (желтый). Затем гидроксид |



| Класс веществ | Реактив                                                                     | Признак реакции                                                                                                                                                            | Объяснение                                                                                  |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | на альдегидную группу                                                       |                                                                                                                                                                            | меди(I) распадается на воду и оксид меди(I)                                                 |
| Глюкоза       | Гидроксид диамминсеребра и нагревание<br>—<br>реакция на альдегидную группу | Образование блестящего слоя серебра на внутренних стенках пробирки («серебряное зеркало») или мелкодисперсного серебра (если пробирка грязная или если жидкость закипела). | Восстановление серебра и окисление карбонильной группы до карбоксильной.                    |
| Крахмал       | Иодная вода<br>$I_2$                                                        | При обычных условиях появляется синее окрашивание, которое исчезает при нагревании. При охлаждении окраска появляется вновь.                                               | Образуется комплексное соединение иода с амилозой — линейной формой молекулы крахмала.      |
| Белок         | Концентрированная азотная кислота<br>$HNO_3$                                | Без нагревания через некоторое время появляется желтое окрашивание; при нагревании белок окрашивается в оранжевый цвет.                                                    | Разрушаются дисульфидные мостики и происходит нитрование бензольных колец в молекуле белка. |
| Белок         | Растворы гидроксида натрия и сульфата меди                                  | Жидкость окрашивается в сине-фиолетовый цвет.                                                                                                                              | Образуется комплексное соединение.                                                          |



*Напишите уравнения качественных реакций, взяв для примера простейшие представители каждого класса органических веществ.*

### **Эксперимент № 153**

#### **Определение углеводородов**

1. В двух пробирках находятся октан и октен. С помощью качественных реакций определите, в какой пробирке какое вещество находится.
2. В одной пробирке находится бензин прямой гонки, в другой — крекинг-бензин. Определите содержимое каждой пробирки.

### **Эксперимент № 154**

#### **Определение спиртов**

1. В трех пробирках находятся бутанол-1, бутанол-2 и 2-метилбутанол-2. Определите, в какой пробирке какое вещество находится.
2. В пробирках находятся растворы этанола и глицерина. Определите содержимое каждой из пробирок.

### **Эксперимент № 155**

#### **Определение углеводородов, спиртов и фенолов**

1. В трех пробирках находятся гексен, растворы глицерина и фенола. Определите содержимое каждой из пробирок.



2. В четырех пробирках находятся этанол, 2-метилпропанол-2, этиленгликоль и фенол. Определите, в какой пробирке находится каждое вещество.

### **Эксперимент № 156**

#### **Определение спиртов и альдегидов**

В трех пробирках находятся этанол, глицерин и ацетальдегид. Определите, в какой из пробирок находится каждое из веществ.

### **Эксперимент № 157**

#### **Определение кислородсодержащих органических веществ**

1. В одной из пробирок находится раствор формальдегида, в другой — муравьиной кислоты. Определите содержимое каждой пробирки.
2. В трех пробирках находятся подсолнечное масло, машинное масло и глицерин. Определите содержимое каждой из пробирок.
3. В четырех пробирках находятся растворы фенола, глицерина, ацетальдегида и стеарата натрия. С помощью характерных реакций определите, в какой пробирке какое вещество находится.

### **Эксперимент № 158**

#### **Определение спиртов, альдегидов и углеводов**

1. В трех склянках без этикеток находятся растворы глюкозы, крахмала и сахарозы. Определите каждое из веществ.



2. В пяти пробирках находятся растворы этанола, глицерина, формальдегида, глюкозы и сахарозы. Определите содержимое каждой из пробирок.

### **Эксперимент № 159**

#### **Определение белков**

В одной пробирке находится раствор белка куриного яйца, в другой — раствор глюкозы. Определите, в какой пробирке какое вещество находится.

### **Эксперимент № 160**

#### **Определение неорганических и органических веществ**

1. В трех пробирках находятся растворы хлорида цинка (с соляной кислотой), 2-метилпропанола-2 и гидроксида натрия. Определите содержимое каждой из пробирок.
2. В трех пробирках находятся растворы формальдегида, гидроксида диамминсеребра и гидроксида калия. Не используя никаких других веществ, определите содержимое каждой из пробирок.



## Указатель рисунков

|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Рисунок 1 Посуда для хранения веществ.....                             | 18  |
| Рисунок 2. Эксикатор .....                                             | 19  |
| Рисунок 3. Бюксы.....                                                  | 19  |
| Рисунок 4. Как открыть и закрыть эксикатор .....                       | 20  |
| Рисунок 5. Склянка для хранения летучих веществ.....                   | 21  |
| Рисунок 6. Пробирки .....                                              | 22  |
| Рисунок 7. Химический стакан .....                                     | 23  |
| Рисунок 8 Колбы круглодонная, Вюрца, плоскодонная,<br>Эрленмейера..... | 24  |
| Рисунок 9 Мерный цилиндр и мерный стакан.....                          | 25  |
| Рисунок 10. Измерение объема с помощью мерного цилиндра.....           | 25  |
| Рисунок 11. Фарфоровая чашка для выпаривания.....                      | 26  |
| Рисунок 12. Правильное положение лапки в муфте штатива.....            | 27  |
| Рисунок 13. Штативы для пробирок.....                                  | 28  |
| Рисунок 14 Спиртовка .....                                             | 28  |
| Рисунок 15. Р.В. Бунзен и изобретенная им газовая горелка.....         | 30  |
| Рисунок 16. Зажигание газовой горелки .....                            | 30  |
| Рисунок 17 Горелка Теклю.....                                          | 31  |
| Рисунок 18. Электронагреватель для пробирок .....                      | 33  |
| Рисунок 19. Фарфоровая ложка - шпатель .....                           | 34  |
| Рисунок 20. Пипетки и бюретки .....                                    | 35  |
| Рисунок 21. Зажим Гофмана (слева) и Мора (справа).....                 | 35  |
| Рисунок 22. Этикетка всегда закрыта ладонью! .....                     | 37  |
| Рисунок 23. Средневековая и современная водяные бани.....              | 43  |
| Рисунок 24 Крепление пробирки в лапке штатива.....                     | 44  |
| Рисунок 25. Фарфоровая ступка .....                                    | 46  |
| Рисунок 26. Аптекарские весы.....                                      | 47  |
| Рисунок 27. Разновесы .....                                            | 48  |
| Рисунок 28. Конические воронки .....                                   | 56  |
| Рисунок 29. Этапы складывания фильтра .....                            | 56  |
| Рисунок 30. Изготовление складчатого фильтра .....                     | 57  |
| Рисунок 31. Правильное положение стеклянной палочки.....               | 59  |
| Рисунок 32. Воронка для горячего фильтрования.....                     | 60  |
| Рисунок 33. Установка для фильтрования под вакуумом.....               | 61  |
| Рисунок 34. Метод вытеснения воздуха.....                              | 65  |
| Рисунок 35. Метод вытеснения воды .....                                | 66  |
| Рисунок 36. Пневматическая ванна Гейлса .....                          | 68  |
| Рисунок 37. Ерши для мытья посуды.....                                 | 70  |
| Рисунок 38. Доска для сушки посуды и сушильные шкафы .....             | 72  |
| Рисунок 39. Стебель воронки касается стенки стакана .....              | 100 |
| Рисунок 40. Воронка предохранит вас от горячих брызг.....              | 101 |
| Рисунок 41. Прибор для разложения основного карбоната меди.....        | 125 |
| Рисунок 42. С помощью этого прибора ученик получал водород .....       | 135 |
| Рисунок 43. Получение хлора.....                                       | 137 |
| Рисунок 44. Прибор для получения соляной кислоты .....                 | 144 |
| Рисунок 45. Получение сернистого газа .....                            | 155 |
| Рисунок 46. Фарфоровый треугольник и тигель.....                       | 161 |
| Рисунок 47. Сухая перегонка дерева.....                                | 171 |
| Рисунок 48. Прибор для получения оксида углерода(IV) .....             | 179 |
| Рисунок 49. Работа с паяльной трубкой.....                             | 229 |
| Рисунок 50. Получение восстановительного пламени.....                  | 230 |



## Указатель работ

### А

Адсорбция..... 173

### Б

Биуретовая реакция..... 220

### В

Взаимодействие

алюминия

с растворами кислот..... 189

с растворами щелочей..... 190

кислот

с индикаторами..... 116

с металлами..... 116

кислотных оксидов

с водой..... 113

с основаниями..... 114

медного купороса с железом..... 125

оснований

с индикаторами..... 121

с кислотами..... 122

основных оксидов

с водой..... 111

с кислотами..... 112

очень разбавленной азотной кислоты с металлом..... 166

серной кислоты с металлами..... 158

солей

с кислотами..... 126

со щелочами..... 127

цинка с кислотами и щелочами..... 193

этанола с натрием..... 207

Водород..... 227

Возгонка хлорида аммония..... 163

Восстановительные свойства сульфидов..... 153

Восстановление меди из оксида углем..... 174

Вытеснение галогенов друг другом из их соединений..... 138

Выщелачивание стекла..... 182

### Г

Гидроксид меди(II) и его свойства..... 191

Гидролиз

крахмала..... 218

сахарозы..... 217

солей..... 127

железа..... 198

карбонатов..... 176

металлов главной подгруппы II группы..... 187

силикатов..... 181

фосфорной кислоты..... 169

щелочных металлов..... 185

Глюкоза..... 235

Горение

бензола..... 206



|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| волокон .....                                            | 225 |
| магния в воде .....                                      | 185 |
| в углекислом газе .....                                  | 186 |
| полимеров .....                                          | 231 |
| угля в селитре .....                                     | 164 |
| <b>Д</b>                                                 |     |
| Действие раствора иода на крахмал .....                  | 136 |
| Денатурация белков .....                                 | 220 |
| <b>И</b>                                                 |     |
| Изменение                                                |     |
| растворимости при разных температурах .....              | 103 |
| сахара при нагревании .....                              | 216 |
| Иодкрахмальная реакция .....                             | 140 |
| Исследование продуктов разложения полимеров .....        | 224 |
| <b>К</b>                                                 |     |
| Карбонат и гидрокарбонат кальция .....                   | 187 |
| Качественная реакция                                     |     |
| на галогенид-ионы .....                                  | 139 |
| на глюкозу .....                                         | 215 |
| на ион аммония .....                                     | 163 |
| на ионы железа(II) .....                                 | 197 |
| на ионы железа(III) .....                                | 197 |
| на карбонаты .....                                       | 176 |
| на соли фосфорной кислоты .....                          | 170 |
| на сульфид-ион .....                                     | 153 |
| на сульфит-ион и на сульфат-ион .....                    | 159 |
| Кислотно-основные свойства гидроксида цинка .....        | 194 |
| Коагуляция коллоидных растворов .....                    | 110 |
| Ксантопротеиновая реакция .....                          | 221 |
| <b>М</b>                                                 |     |
| Мыло .....                                               | 235 |
| <b>О</b>                                                 |     |
| Обнаружение                                              |     |
| белков в продуктах питания .....                         | 221 |
| хлора в поливинилхлориде .....                           | 224 |
| Окислительные свойства                                   |     |
| бихроматов .....                                         | 195 |
| ионов железа(III) .....                                  | 198 |
| перманганата калия .....                                 | 196 |
| Оксид меди(I) .....                                      | 231 |
| Определение                                              |     |
| анионов, образованных неметаллами                        |     |
| IV и V групп периодической системы .....                 | 243 |
| VI и VII групп периодической системы .....               | 242 |
| белков .....                                             | 250 |
| веществ без использования дополнительных реактивов ..... | 243 |
| ионов металлов                                           |     |
| главных подгрупп периодической системы .....             | 241 |
| побочных подгрупп периодической системы .....            | 242 |
| качественного состава                                    |     |
| белков .....                                             | 220 |
| метана .....                                             | 203 |



|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| органических веществ.....                      | 201 |
| кислородсодержащих органических веществ .....  | 249 |
| неорганических и органических веществ.....     | 250 |
| одного вещества.....                           | 240 |
| состава смеси веществ.....                     | 241 |
| спиртов .....                                  | 248 |
| спиртов и альдегидов .....                     | 249 |
| спиртов, альдегидов и углеводов.....           | 249 |
| углеводородов.....                             | 248 |
| углеводородов, спиртов и фенолов.....          | 248 |
| формулы медного купороса .....                 | 160 |
| Отношение                                      |     |
| ацетилен к окислителям .....                   | 205 |
| волокон к кислотам и щелочам.....              | 225 |
| полимеров                                      |     |
| к окислителям .....                            | 223 |
| к растворам кислот и щелочей .....             | 223 |
| Очистка                                        |     |
| загрязненной поваренной соли .....             | 96  |
| медного купороса .....                         | 93  |
| сахара.....                                    | 217 |
| <b>II</b>                                      |     |
| Пассивирование металлов азотной кислотой ..... | 166 |
| Перлы буры.....                                | 231 |
| Питьевая сода .....                            | 228 |
| Плавнение серы. Аллотропия серы .....          | 150 |
| Полный гидролиз                                |     |
| карбонатов.....                                | 176 |
| силикатов .....                                | 182 |
| Получение                                      |     |
| азота из селитры .....                         | 162 |
| альдегида и кетона.....                        | 210 |
| аммиака и опыты с ним .....                    | 167 |
| аммиачного раствора оксида серебра.....        | 193 |
| ацетилена и его горение .....                  | 205 |
| безводного сульфата меди(II) .....             | 159 |
| бромид магния .....                            | 138 |
| водорода и изучение его свойств.....           | 128 |
| гидроксида алюминия .....                      | 190 |
| гидроксида магния.....                         | 186 |
| гидроксида натрия из карбоната натрия.....     | 183 |
| карбоновых кислот и изучение их свойств.....   | 213 |
| кислорода и изучение его свойств .....         | 146 |
| кислорода из соединений марганца.....          | 196 |
| коллоидного раствора                           |     |
| гидролизом солей.....                          | 109 |
| окислительно-восстановительной реакцией.....   | 109 |
| при механическом измельчении.....              | 108 |
| реакцией обмена .....                          | 110 |
| кремниевой кислоты.....                        | 181 |
| метана.....                                    | 202 |
| негашеной извести из мрамора.....              | 175 |
| оксида азота(II) .....                         | 165 |
| оксида меди(I).....                            | 192 |
| оксида серы(IV) и сернистой кислоты.....       | 155 |



|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| сатурнова дерева .....                                                   | 126 |
| сероводорода и сероводородной воды .....                                 | 152 |
| соляной кислоты и опыты с ней .....                                      | 141 |
| сульфата тетраамминмеди(II) .....                                        | 192 |
| хлора .....                                                              | 136 |
| этилена и опыты с ним .....                                              | 204 |
| Превращение хроматов в бихроматы и бихроматов в хроматы .....            | 194 |
| Приготовление                                                            |     |
| крахмального клейстера .....                                             | 218 |
| раствора с заданной массовой долей растворенного вещества .....          | 104 |
| раствора с заданной молярной концентрацией растворенного вещества .....  | 107 |
| <b>Р</b>                                                                 |     |
| Разложение                                                               |     |
| гидрокарбоната натрия .....                                              | 184 |
| основного карбоната меди .....                                           | 124 |
| Растворение                                                              |     |
| твердых веществ в воде .....                                             | 103 |
| целлюлозы в реактиве Швейцера .....                                      | 219 |
| Растворимость иода в воде и спирте .....                                 | 139 |
| Реакция обмена .....                                                     | 118 |
| <b>С</b>                                                                 |     |
| Свинец .....                                                             | 229 |
| Свойства                                                                 |     |
| амфотерных гидроксидов .....                                             | 123 |
| бензола .....                                                            | 206 |
| глицерина .....                                                          | 216 |
| фенола .....                                                             | 209 |
| формальдегида .....                                                      | 212 |
| Свойства гидроксида натрия .....                                         | 184 |
| Синтез                                                                   |     |
| бромэтана .....                                                          | 209 |
| этилацетата .....                                                        | 214 |
| Сложные эфиры .....                                                      | 234 |
| Составление справочной таблицы для определения неизвестных веществ ..... | 239 |
| Строение пламени .....                                                   | 42  |
| Сухая перегонка дерева .....                                             | 171 |
| <b>Т</b>                                                                 |     |
| Термопластичность полимеров .....                                        | 221 |
| <b>У</b>                                                                 |     |
| Углекислый газ. Карбонаты .....                                          | 177 |
| Устранение жесткости воды .....                                          | 188 |
| <b>Ф</b>                                                                 |     |
| Физические явления .....                                                 | 101 |
| <b>Х</b>                                                                 |     |
| Химические явления .....                                                 | 102 |
| <b>Э</b>                                                                 |     |
| Этан .....                                                               | 232 |
| Этилен .....                                                             | 233 |



**АЛЕКСЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ  
ЖУРИН**

**Лабораторные опыты и практические  
работы по химии  
Учебное пособие**

Главный редактор  
Валентин Дольников

Подписано в печать 14.04.97  
Формат 84×108/32.  
Бумага тип. №2.  
Печать высокая с ФПФ.  
Учетно-изд. л.—15  
Тираж - 25000 экз.  
Заказ № 1050.

Гигиенический сертификат №1 – 11/Д – 1721  
ЛР №061681 от 13.10.1992 г.  
Издательство “Аквариум”.  
107066, Москва, Ольховская ул., 16, стр. 6  
тел. (095) 264-43-45; (095) 264-54-12.

Отпечатано с готового оригинал-макета  
в типографии ГИПП “Вятка”.  
610044, г. Киров, Московская ул., 122.



| ПЕРИ-<br>ОДЫ | а I б                        | а II б                    | а III б                        | а IV б                        | а V б                         | а VI б                       | а VII б                      | а VIII б                   |                             |                             |
|--------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1            | H<br>1,00794<br>ВОДОРОД      |                           |                                |                               |                               |                              | He<br>4,002602<br>ГЕЛИЙ      |                            |                             |                             |
| 2            | Li<br>6,941<br>ЛИТИЙ         | Be<br>9,01218<br>БЕРИЛЛИЙ | B<br>10,811<br>БОР             | C<br>12,011<br>УГЛЕРОД        | N<br>14,0067<br>АЗОТ          | O<br>15,9994<br>КИСЛОРОД     | F<br>18,998403<br>ФТОР       | Ne<br>20,179<br>НЕОН       |                             |                             |
| 3            | Na<br>22,98977<br>НАТРИЙ     | Mg<br>24,305<br>МАГНИЙ    | Al<br>26,98154<br>АЛЮМИНИЙ     | Si<br>28,0855<br>КРЕМНИЙ      | P<br>30,97376<br>ФОСФОР       | S<br>32,066<br>СЕРА          | Cl<br>35,453<br>ХЛОР         | Ar<br>39,948<br>АРГОН      |                             |                             |
| 4            | K<br>39,0983<br>КАЛИЙ        | Ca<br>40,078<br>КАЛЬЦИЙ   | 21 Sc<br>44,95591<br>СКАНДИЙ   | 22 Ti<br>47,88<br>ТИТАН       | 23 V<br>50,9415<br>ВАНАДИЙ    | 24 Cr<br>51,9961<br>ХРОМ     | 25 Mn<br>54,9380<br>МАРГАНЕЦ | 26 Fe<br>55,847<br>ЖЕЛЕЗО  | 27 Co<br>58,9332<br>КОБАЛЬТ | 28 Ni<br>58,69<br>НИКЕЛЬ    |
|              | 29 Cu<br>63,546<br>МЕДЬ      | 30 Zn<br>65,39<br>ЦИНК    | Ga<br>69,723<br>ГАЛЛИЙ         | Ge<br>72,59<br>ГЕРМАНИЙ       | As<br>74,9216<br>МЫШЬЯК       | Se<br>78,96<br>СЕЛЕН         | Br<br>79,904<br>БРОМ         | Kr<br>83,80<br>КРИПТОН     |                             |                             |
| 5            | Rb<br>85,4678<br>РУБИДИЙ     | Sr<br>87,62<br>СТРОНЦИЙ   | 39 Y<br>88,9059<br>ИТТРИЙ      | 40 Zr<br>91,224<br>ЦИРКОНИЙ   | 41 Nb<br>92,9054<br>НИОБИЙ    | 42 Mo<br>95,94<br>МОЛИБДЕН   | 43 Tc<br>97,9072<br>ТЕХНЕЦИЙ | 44 Ru<br>101,07<br>РУТЕНИЙ | 45 Rh<br>102,9055<br>РОДИЙ  | 46 Pd<br>106,42<br>ПАЛЛАДИЙ |
|              | 47 Ag<br>107,8682<br>СЕРЕБРО | 48 Cd<br>112,41<br>КАДМИЙ | In<br>114,82<br>ИНДИЙ          | Sn<br>118,710<br>ОЛОВО        | Sb<br>121,75<br>СУРЬМА        | Te<br>127,60<br>ТЕЛЛУР       | I<br>126,9045<br>ИОД         | Xe<br>131,29<br>КСЕНОН     |                             |                             |
| 6            | Cs<br>132,9054<br>ЦЕЗИЙ      | Ba<br>137,33<br>БАРИЙ     | 57 La*<br>138,9055<br>ЛАНТАН   | 72 Hf<br>178,49<br>ГАФНИЙ     | 73 Ta<br>180,9479<br>ТАНТАЛ   | 74 W<br>183,85<br>ВОЛЬФРАМ   | 75 Re<br>186,207<br>РЕНИЙ    | 76 Os<br>190,2<br>ОСМИЙ    | 77 Ir<br>192,22<br>ИРИДИЙ   | 78 Pt<br>195,08<br>ПЛАТИНА  |
|              | 79 Au<br>196,9665<br>ЗОЛОТО  | 80 Hg<br>200,59<br>РУТУТЬ | 81 Tl<br>204,383<br>ТАЛЛИЙ     | 82 Pb<br>207,2<br>СВИНЕЦ      | 83 Bi<br>208,9804<br>ВИСМУТ   | 84 Po<br>208,9824<br>ПОЛОНИЙ | 85 At<br>209,9871<br>АСТАТ   | 86 Rn<br>222,0176<br>РАДОН |                             |                             |
| 7            | Fr<br>223,0197<br>ФРАНЦИЙ    | Ra<br>226,0254<br>РАДИЙ   | 89 Ac**<br>227,0278<br>АКТИНИЙ | 104 Ku<br>[261]<br>КУРЧАТОВИЙ | 105 Ns<br>[262]<br>НИЛЬСБОРИЙ | 106<br>[263]                 | 107<br>[262]                 | 108<br>[265]               | 109<br>[ ]                  |                             |

Знак  
(символ)  
элемента

Атомный номер

Относит.  
атомная  
масса

Название  
элемента

U  
92  
238,0289  
УРАН

# СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА



Дмитрий Иванович Менделеев  
(с фотографии 1869 г.);  
в этом году он открыл  
периодический закон

## \* ЛАНТАНОИДЫ

|                       |                             |                        |                            |                         |                         |                           |                          |                           |                           |                       |                         |                          |                          |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ce<br>140,12<br>ЦЕРИЙ | Pr<br>140,9077<br>ПРАЗЕОДИМ | Nd<br>144,24<br>НЕОДИМ | Pm<br>144,9128<br>ПРОМЕТИЙ | Sm<br>150,36<br>САМАРИЙ | Eu<br>151,96<br>ЕВРОПИЙ | Gd<br>157,25<br>ГАДОЛИНИЙ | Tb<br>158,9254<br>ТЕРБИЙ | Dy<br>162,50<br>ДИСПРОЗИЙ | Ho<br>164,9304<br>ГОЛЬМИЙ | Er<br>167,26<br>ЭРБИЙ | Tm<br>168,9342<br>ТУЛИЙ | Yb<br>173,04<br>ИТТЕРБИЙ | Lu<br>174,967<br>ЛЮТЕЦИЙ |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|

## \*\* АКТИНОИДЫ

|                         |                               |                       |                            |                            |                            |                         |                           |                              |                              |                          |                              |                               |                                 |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Th<br>232,0381<br>ТОРИЙ | Pa<br>231,0359<br>ПРОТАКТИНИЙ | U<br>238,0289<br>УРАН | Np<br>237,0482<br>НЕПТУНИЙ | Pu<br>244,0642<br>ПЛУТОНИЙ | Am<br>243,0614<br>АМЕРИЦИЙ | Cm<br>247,0703<br>КЮРИЙ | Bk<br>247,0703<br>БЕРКЛИЙ | Cf<br>251,0796<br>КАЛИФОРНИЙ | Es<br>252,0828<br>ЭЙНШТЕЙНИЙ | Fm<br>257,0951<br>ФЕРМИЙ | Md<br>258,0986<br>МЕНДЕЛЕВИЙ | (No)<br>259,1009<br>(НОБЕЛИЙ) | (Lr)<br>260,1054<br>(ЛОУРЕНСИЙ) |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|

Для элементов 104—108  
в квадратных скобках  
приведены массовые числа  
наиболее долгоживущих  
изотопов.  
Названия и знаки (символы)  
элементов, приведенные  
в круглых скобках,  
не являются общепринятыми.



*Это уникальное пособие,  
которое можно использовать как  
дополнение к любому учебнику  
химии, учит методике  
эксперимента и даёт  
ответы на вопросы:*

*Для чего нужен эксперимент?  
Что необходимо для эксперимента?*

*Как планировать эксперимент?*

*Как провести эксперимент  
и не пострадать при этом?*

*Как зафиксировать наблюдения?*

*Пособие предназначено для  
учителей и учащихся  
средних общеобразовательных  
учебных заведений*





ЖАБОРАТОРНИЕ ОБИТКИ  
РАБОТЫ НА ПРАКТИКЕ